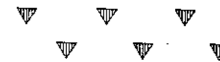
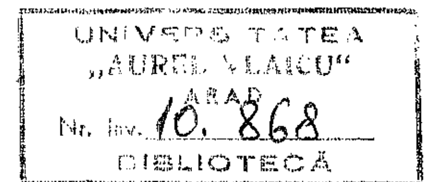
ÎNDRUMĂTOR PENTRU ATELIERE MECANICE



Ing. GEORGE S. GEORGESCU

Ediţia a VI-a, revizuită şi completată





EDITURA TEHNICĂ
BUCUREŞTI — 1978

„Îndrumătorul pentru ateliere mecanice" conține date folosite în mod curent în ateliere mecanice, sculării, ateliere de reparații, atît la stabilirea proceselor tehnologice de prelucrare, cît și la alegerea mașinilor-unelte, sculelor, dispozitivelor, verificatoarelor etc.

Materialul cuprins în această a șasea ediție este revăzut și completat cu noile standarde apărute sau modificate.

De asemenea unele capitole din ediția anterioară au fost restructurate pentru a putea fi incluse noutăți apărute în construcția mașinilor-unelte, tehnologia prelucrării metalelor, precizia de prelucrare a suprafețelor metalice etc.

Lucrarea se adresează muncitorilor cu o înaltă calificare, maiștrilor, tehnicienilor, proiectanților și inginerilor din întreprinderile constructoare de mașini precum și celor din atelierele mecanice de reparații și întreținere ale întreprinderilor industriale.

Redactor: *ing.* VASILE BUZATU
Tehnoredactor: VALERIU MORĂRESCU
Coperta: SIMONA NICULESCU

Bun de tipar: 10. 11. 1978. Coli de tipar: 52,50
Tiraj: 50. 000 + 80 exemplare legate
C. Z. 621.7/8 (026)


c. 1637 I. P. „INFORMAȚIA"
str. Brezoianu nr. 23—25, București
REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

PREFAȚĂ LA EDIȚIA A VI-a

„Îndrumătorul pentru ateliere mecanice" este o lucrare destinată utilizării la locul de muncă pentru rezolvarea în timp scurt a diferitelor probleme care apar în mod curent și în special acolo unde nu se dispune de un număr prea mare de alte cărți tehnice și nici de o colecție de standarde.

Cuprinsul acestui manual, completat la fiecare ediție cu cunoștințe și date tehnice noi, constituie un ajutor important în creșterea continuă a productivității muncii și în obținerea unor produse de calitate superioară în industria țării noastre în continuă dezvoltare.

Și ediției a VI-a a lucrării i-au fost aduse numeroase îmbunătățiri, prin restructurarea și reelaborarea unor capitole, pentru a fi adusă la nivelul noilor realizări din țara noastră în domeniul construcțiilor de mașini și al metalurgiei prelucrătoare.

Prin cuprinsul său, „Îndrumătorul pentru ateliere mecanice" este un auxiliar util pentru muncitorii cu o înaltă calificare, maiștrii, tehnicienii și inginerii care lucrează atît în industria metalurgică și prelucrătoare pentru construcții de mașini, cît și în atelierele mecanice de reparații și întreținere ale întreprinderilor din industria țării noastre.

Cartea poate fi folosită de asemenea de către studenții institutelor tehnice superioare, precum și de către tehnicienii și inginerii tehnologi și proiectanți.

Autorul

CUPRINS

Capitolul **1**

MĂRIMI ŞI UNITĂŢI

1. DEFINIŢII

Mărimea este o expresie fizică, avînd dimensiuni şi fiind susceptibilă la creşteri şi reduceri. Nu variază cu unitatea de măsură aleasă.

Unitatea de măsură este o mărime de aceeaşi natură cu mărimea de măsurat şi este aleasă în mod arbitrar ca termen de comparaţie.

Măsura este un număr reprezentînd raportul dintre mărime şi unitatea respectivă de măsură.

Exemplu: l = 28 m; l (lungimea) este mărimea, 28 este măsura, iar m (metrul) este unitatea de măsură.

Unităţi de măsură fundamentale sînt acelea care, la formarea unui sistem de unităţi de măsură, au fost alese arbitrar spre a servi de bază sistemului respectiv (exemplu: metrul, secunda).

Unităţi de măsură derivate sînt celelalte unităţi ale sistemului de unităţi de măsură, deduse din unităţile fundamentale pe baza relaţiilor matematice (ecuaţii de definiţie) alese pentru exprimarea lor.

2. SISTEME DE UNITĂŢI DE MĂSURĂ

2.1. SISTEMUL INTERNAŢIONAL DE MĂSURĂ SI

Acest sistem, notat prescurtat SI, a fost definitivat la Conferinţa Generală de Măsuri şi Greutăţi din 1960. Din anul 1961 acest sistem este legal şi obligatoriu în Republica Socialistă România.

2.1.1. Unităţi fundamentale, unităţi suplimentare şi unităţi derivate SI. Sistemul Internaţional de unităţi cuprinde trei categorii de unităţi de măsură şi anume: unităţi fundamentale, unităţi suplimentare şi unităţi derivate.

Unităţile fundamentale SI sînt unităţi de măsură ale mărimilor fundamentale lungime, masă, timp, intensitate a curentului electric, temperatură termodinamică, intensitate luminoasă şi cantitate de substanţă considerate ca fiind independente unele de altele.

Unităţile suplimentare SI sînt unităţi de măsură ale mărimilor geometrice unghi plan şi unghi solid.

Unităţile derivate SI sînt unităţi de măsură formate prin combinaţia unităţilor fundamentale SI şi a unităţilor suplimentare SI, pe baza unei expresii algebrice de multiplicare şi divizare, care leagă între ele mărimile corespunzătoare.

Definiţiile unităţilor fundamentale SI sînt arătate după STAS 737/1-72 în tabela 1.1, iar ale unităţilor suplimentare SI în tabela 1.2.

În tabela 1.3 sînt arătate, după STAS 737/2-72, unităţile derivate SI ale mărimilor de spaţiu şi timp şi ale mărimilor caracteristice mecanicii.

2.1.2. Multiplii şi submultiplii zecimali preferenţiali ai unităţilor SI. În tabela 1.4 sînt indicaţi, după STAS 737/5-73, multiplii şi submultiplii zecimali preferenţiali pentru unităţile mărimilor de spaţiu şi de timp, iar în tabela 1.5 pentru unităţile mărimilor mecanice.

2.1.3. Unităţile de măsură SI. Unităţile de măsură SI corespunzătoare principalelor mărimi de spaţiu şi timp sînt redate după STAS 737/6-74 în tabela 1.6 iar în tabela 1.7 sînt specificate, după STAS 737/8-74, unităţile de măsură corespunzătoare principalelor mărimi caracteristice mecanicii.

2.1.4. Prefixe pentru multiplii şi submultiplii zecimali. Prefixele precum şi regulile de formare şi utilizare a multiplilor şi submultiplilor zecimali ai unităţilor SI sînt cuprinse în STAS 734/4-68. În tabela 1.8 sînt arătaţi factorii de multiplicare cu prefixele şi simbolurile corespunzătoare.

2.1.5. Unităţi de măsură tolerate pe termen nelimitat. În tabela 1.9 sînt incluse, după STAS 9446-73, unităţile de măsură care nu fac parte din Sistemul Internaţional de unităţi, dar sînt admise a fi utilizate în paralel pe timp nelimitat cu unităţile SI.

2.2. SISTEMELE DE UNITĂŢI DE MĂSURĂ MKS, CGS şi MKFS

În afară de Sistemul Internaţional, se mai utilizează în prezent, ca sisteme tolerate şi sistemele MKS, CGS şi MKfS.

Sistemul MKS are o utilizare generală.

Sistemul CGS este utilizat în special la lucrări ştiinţifice.

Sistemul MKfS are o utilizare restrînsă, în special în mecanică şi în termodinamica tehnică.

Mărimile şi unităţile fundamentale de măsură ale sistemelor MKS, CGS şi MKfS şi simbolurile unităţilor fundamentale ale acestora sînt arătate în tabela 1.10.

În tabela 1.11 sînt indicate mărimile şi unităţile de măsură ale sistemelor CGS, SI şi MKfS folosite curent în tehnică; de asemenea sînt arătate simbolul, ecuaţia de definiţie şi dimensiunile mărimilor, simbolul şi denumirea unităţilor de măsură şi relaţiile de transformare.

Tabela 1.1. **Unităţi fundamentale SI**

Nr. crt.	Mărimea fundamentală	Unitatea fundamentală			
		Denumirea	Simbolul	Definiţia	Observaţii
1	lungime	metru	m	Metrul este lungimea egală cu 1 650 763,73 lungimi de undă în vid ale radiaţiei care corespunde tranziţiei între nivelele de energie $2p_{10}$ şi $5d_5$ ale atomului de kripton 86	Definiţia metrului a fost adoptată de cea de-a XI-a Conferinţă Generală de Măsuri şi Greutăţi din 1960, prin Rezoluţia a 6-a
2	masă	kilogram	kg	Kilogramul este masa prototipului internaţional al kilogramului	Definiţia kilogramului a fost adoptată de I-a şi cea de-a III-a Conferinţă Generală de Măsuri şi Greutăţi din 1889 şi respectiv 1901. Kilogramul prototip internaţional este păstrat la Biroul Internaţional de Măsuri şi Greutăţi de la Sèvres, în condiţiile care au fost fixate de Conferinţa Generală de Măsuri şi Greutăţi din 1889
3	timp	secundă	s	Secunda este durata a 9 192 631 770 perioade ale radiaţiei care corespunde tranziţiei între cele două nivele de energie hiperfine ale stării fundamentale a atomului de cesiu 133	Definiţia secundei a fost adoptată de cea de-a XIII-a Conferinţă Generală de Măsuri şi Greutăţi din 1967, prin Rezoluţia a 1-a
4	intensitatea curentului electric	amper	A	Amperul este intensitatea unui curent electric constant care, menţinut în două conductoare paralele, rectilinii, cu lungimea infinită şi cu secţiunea circulară neglijabilă, aşezate în vid, la o distanţă de 1 metru unul de altul, ar produce între aceste conductoare o forţă de $2 \cdot 10^{-7}$ newtoni pe o lungime de 1 metru	Definiţia amperului a fost adoptată de cea de IX-a Conferinţă Generală de Măsuri şi Greutăţi din 1948, prin Rezoluţia a 2-a

Tabela 1.1 (continuare)

Nr. crt.	Mărimea fundamentală	Unitatea fundamentală			
		Denumirea	Simbolul	Definiţia	Observaţii
5	temperatură termodinamică	kelvin	K	Kelvinul, unitate de temperatură termodinamică, este fracţiunea 1/273,16 din temperatura termodinamică a punctului triplu al apei	Definiţia kelvinului a fost adoptată de cea de-a XIII-a Conferinţă Generală de Măsuri şi Greutăţi din 1967, prin Rezoluţia a 4-a. Aceeaşi unitate de măsuri şi acelaşi simbol sînt utilizate pentru a evalua un interval de temperatură
6	intensitate luminoasă	candelă	cd	Candela este intensitatea luminoasă, în direcţia normalei, a unei suprafeţe cu aria de 1 600 000 metri pătraţi a unui corp negru la temperatura de solidificare a platinei, sub presiunea de 101 325 pascali	Definiţia candelei a fost adoptată de cea de-a XIII-a Conferinţă Generală de Măsuri şi Greutăţi din 1967, prin Rezoluţia a 5-a
7	cantitate de substanţă	mol	mol	Molul este cantitatea de substanţă a unui sistem care conţine atîtea cantităţi elementare cîţi atomi există în 0,012 kilograme de carbon 12. OBSERVAŢIE. — Entităţile elementare, care pot fi atomi, molecule, ioni, electroni, alte particule sau grupuri specifice de astfel de particule, trebuie să fie menţionate ori de cîte ori se întrebuinţează molul	Molul a fost adoptat ca unitate fundamentală SI de cea de a XIV-a sesiune CGPM (1971), prin Rezoluţia 3, prin care a fost adoptată totodată şi definiţia acestei unităţi de măsură, pe baza propunerii făcute de Comitetul Consultativ de Unităţi al CIPM, în urma avizului dat de Uniunea Internaţională de Fizică Pură şi Aplicată (U.I.F.P.A), Uniunea Internaţională de Chimie Pură şi Aplicată (U.I.C.P.A.) şi Organizaţia Internaţională de Standardizare (ISO)

Tabela 1.2. **Unităţi suplimentare SI**

Nr. crt.	Mărimea suplimentară	Unitatea suplimentară			
		Denumirea	Simbolul	Definiţia	Observaţii
1	unghi plan	radian	rad	Radianul este unghiul plan cuprins între două raze care interceptează pe circumferinţa unui cerc un arc a cărui lungime este egală cu raza	Radianul şi steradianul au fost adoptate ca unităţi suplimentare SI de cea de a XI-a sesiune CGPM (1960) prin Rezoluţia 12. Definiţiile radianului şi steradianului sînt date de Organizaţia Internaţională de Standardizare (ISO) în Recomandarea R 31, partea întîi (ed. a 2-a, 1965).
2	unghi solid	steradian	sr	Steradianul este unghiul solid care, avînd vîrful în centrul unei sfere, delimitează pe suprafaţa sferei o arie egală cu aria unui pătrat a cărui latură este egală cu raza sferei	

Tabela 1.3. **Unităţi derivate SI**

Nr. crt.	Mărimea derivată	Unitatea derivată SI			
		Denumirea	Simbolul	Expresia în unităţile fundamentale (şi suplimentare) SI	Definiţia
	Unităţi ale mărimilor de spaţiu şi timp				
1	arie	metru pătrat	m^2	m^2	Aria unui pătrat cu latura de 1 metru
2	volum	metru cub	m^3	m^3	Volumul unui cub cu latura de 1 metru
3	viteză	metru pe secundă	m/s	$m \cdot s^{-1}$	Viteza unui mobil în mişcare uniformă, care parcurge distanţa de 1 metru în timp de 1 secundă
4	acceleraţie	metru pe secundă la pătrat	m/s^2	$m \cdot s^{-2}$	Acceleraţia unui mobil în mişcare-rectilinie uniform variată, a cărui viteză variază cu 1 metru pe secundă în timp de 1 secundă
5	viteză unghiulară	radian pe secundă	rad/s	$s^{-1} \cdot rad$	Viteza unghiulară a unui corp (rigid) în mişcare de rotaţie uniformă, în jurul unei axe fixe, care se roteşte cu un unghi de 1 radian în timp de 1 secundă

Tabela 1.3 (continuare)

Nr. crt.	Mărimea derivată	Unitatea derivată SI			
		Denumirea	Simbolul	Expresia în unităţile fundamentale (şi suplimentare) SI	Definiţia
6	acceleraţie unghiulară	radian pe secundă la pătrat	rad/s^2	$s^{-2}\cdot rad$	Acceleraţia unghiulară a unui corp (rigid) în mişcare de rotaţie uniform variată, în jurul unei axe fixe, a cărui viteză unghiulară variază cu 1 radian pe secundă în timp de 1 secundă
	Unităţi a'e mărimilor caracteristice mecanicii				
1	densitate, masă volumică	kilogram pe metru cub	$kg.m^3$	$m^{-3}\cdot kg$	Densitatea unui corp omogen, care are masa de 1 kilogram şi volumul de 1 metru cub
2	forţă	newton	N	$m\cdot kg\cdot s^{-2}$	Forţa care, aplicată unui corp cu masa de 1 kilogram, îi imprimă o accelaraţie de 1 metru pe secundă la pătrat
3	presiune, tensiune mecanică	pascal	Pa	$m^{-1}\cdot kg\cdot s^{-2}$	Presiunea care, acţionînd pe o suprafaţă plană cu aria de 1 metru pătrat, exercită asupra acesteia o forţă totală de 1 newton
4	viscozitate dinamică	pascal·secundă	$Pa\cdot s$	$m^{-1}\cdot kg\cdot s^{-1}$	Viscozitatea dinamică a unui fluid omogen, în care mişcarea rectilinie şi uniformă a unei suprafeţe cu aria de 1 metru pătrat dă naştere unei forţe de frecare de 1 newton, cînd diferenţa de viteză dintre două plane paralele, care se găsesc la distanţa de 1 metru, este de 1 metru pe secundă
5	viscozitate cinematică	metru pătrat pe secundă	m^2/s	$m^2\cdot s^{-1}$	Viscozitatea cinematică a unui fluid care are densitatea de 1 kilogram pe metru cub şi viscozitatea dinamică de 1 pascal-secundă
6	lucru mecanic, energie	joule	J	$m^2\cdot kg\cdot s^{-2}$	Lucrul mecanic efectuat de o forţă de 1 newton, al cărei punct de aplicaţie se deplasează cu 1 metru în direcţia forţei
7	putere	watt	W	$m^2\cdot kg\cdot s^{-3}$	Puterea unui sistem energetic în care este transferată uniform energia de 1 joule în timp de 1 secundă

Tabela 1.4. **Multiplii şi submultiplii zecimali preferenţiali ai unităţilor SI pentru mărimi de spaţiu şi timp**

Nr. crt.	Mărimea	Unitatea SI		Multipli şi submultipli zecimali preferenţiali	
		Denumire	Simbol	Simbol	Valoarea în unitatea SI
1	lungime	metru	m	km dm cm mm µm nm pm	10^3 m 10^{-1} m 10^{-2} m 10^{-3} m 10^{-6} m 10^{-9} m 10^{-12} m
2	arie	metru pătrat	m^2	km^2 dm^2 cm^2 mm^2	$10^6\ m^2$ $10^{-2}\ m^2$ $10^{-4}\ m^2$ $10^{-6}\ m^2$
3	volum	metru cub	m^3	dm^3 cm^3 mm^3	$10^{-3}\ m^3$ $10^{-6}\ m^3$ $10^{-9}\ m^3$
4	unghi plan	radian	rad	mrad µrad	10^{-3} rad 10^{-6} rad
5	timp	secundă	s	ks ms µs ns ps	10^3 s 10^{-3} s 10^{-6} s 10^{-9} s 10^{-12} s
6	viteză	metru pe secundă	m/s	km/s	10^3 m/s

Tabela 1.5. **Multiplii şi submultiplii zecimali preferenţiali ai unităţilor SI pentru unităţile mărimilor caracteristice mecanicii**

Nr. crt.	Mărimea	Unitatea SI		Multipli şi submultipli zecimali preferenţiali	
		Denumire	Simbol	Simbol	Valoarea în unitatea SI
1	masă	kilogram	kg	Mg g mg µg	10^3 kg 10^{-3} kg 10^{-6} kg 10^{-9} kg
2	densitate	kilogram pe metru cub	kg/m^3	Mg/m^3 sau kg/dm^3 sau g/cm^3	$10^3\ kg/m^3$
3	densitate de suprafaţă a masei	kilogram pe metru pătrat	kg/m^2	g/m^2	$10^{-3}\ kg/m^2$

Tabela 1.5 (continuare)

Nr. crt.	Mărimea	Unitatea SI: Denumire	Unitatea SI: Simbol	Multipli şi submultipli zecimali preferenţiali: Simbol	Multipli şi submultipli zecimali preferenţiali: Valoarea în unitatea SI
4	forţă greutate	newton	N	MN kN mN µN	10^6 N 10^3 N 10^{-3} N 10^{-6} N
5	momentul forţei momentul cuplului de forţe	newton-metru	N·m	MN·m kN·m mN·m µN·m	10^6 N·m 10^3 N·m 10^{-3} N·m 10^{-6} N·m
6	moment de inerţie geometric al unei suprafeţe plane	metru la puterea a patra	m^4	cm^2	10^{-8} m^4
7	modul de rezistenţă	metru cub	m^3	cm^3	10^{-6} m^3
8	presiune	pascal	Pa	GPa MPa kPa mPa µPa	10^9 Pa 10^6 Pa 10^3 Pa 10^{-3} Pa 10^{-6} Pa
9	tensiune mecanică, efort unitar	pascal (sau newton pe metru pătrat)	Pa (respectiv N/m²)	GPa MPa sau N/mm² kPa	10^9 Pa 10^6 Pa 10^3 Pa
10	modul de elasticitate	pascal (sau newton pe metru pătrat)	Pa (respectiv N/m²)	GPa MPa sau N/mm²	10^9 Pa 10^6 Pa
11	viscozitate dinamică	pascal-secundă	Pa.s	mPa·s	10^{-3} Pa·s
12	viscozitate cinematică	metru pătrat pe secundă	m²/s	mm²/s	10^{-6} m²/s
13	tensiune superficială	newton pe metru	N/m	mN/m	10^{-3} N/m
14	lucru mecanic energie (mecanică) energie cinetică energie potenţială	joule	J	TJ GJ MJ kJ mJ	10^{12} J 10^9 J 10^6 J 10^3 J 10^{-3} J
15	rezilienţă	joule pe metru pătrat	J/m²	MJ/m² J/cm² kJ/m²	10^6 J/m² 10^4 J/m² 10^3 J/m²
16	putere (mecanică)	watt	W	GW MW kW mW µW	10^9 W 10^6 W 10^3 W 10^{-3} W 10^{-6} W

Tabela 1.6. **Unităţi de măsură SI pentru mărimile de spaţiu şi timp**

Nr. crt.	Mărimea: Denumire	Mărimea: Simbol	Mărimea: Relaţie de definire (sau definiţia)	Unitatea SI: Denumire	Unitatea SI: Simbol	Unitatea SI: Definiţie
1	**Lungime**	l	—	metru	m	Lungimea egală cu 1 650 763,73 lungimi de undă în vid ale radiaţiei care corespunde tranziţiei între nivelele $2p_{10}$ şi $5d_5$ ale atomului de kripton 86
2	**Arie**	A, S	$A = l^2$	metru pătrat	m²	Aria unui pătrat cu latura de 1 metru
3	**Volum**	V	$V = l^3$	metru cub	m³	Volumul unui cub cu latura de 1 metru
4	**Unghi plan**	$\alpha, \beta, \gamma, \theta, \varphi, \psi$	Raportul dintre lungimea arcului, interceptat pe circumferinţa unui cerc între laturile unghiului avînd vîrful în centrul cercului şi raza cercului	radian	rad	Unghiul plan cuprins între două raze, care interceptează pe circumferinţa cercului un arc, a cărui lungime este egală cu raza cercului
5	**Unghi solid**	Ω, ω	Raportul dintre aria, delimitată pe suprafaţa unei sfere de către laturile unghiului avînd vîrful în centrul sferei şi pătratul razei acestei sfere	steradian	sr	Unghiul solid, care avînd vîrful în centrul unei sfere, delimitează pe suprafaţa acesteia o arie egală cu aria unui pătrat, a cărui latură este egală cu raza sferei
6	**Timp**	t	—	secundă	s	Durata a 9 192 631 770 perioade ale radiaţiei corespunzătoare tranziţiei între cele două nivele hiperfine ale stării fundamentale ale atomului de cesiu 133
7	**Viteză**	v, u	$v = \frac{dl}{dt}$	metru pe secundă	m/s	Viteza unui mobil în mişcare rectilinie şi uniformă, care parcurge distanţa de 1 metru în timp de 1 secundă

Tabela 1.6 (continuare)

Nr. crt.	Mărimea			Unitatea SI		
	Denumire	Simbol	Relație de definire (sau definiția)	Denumire	Simbol	Definiție
8	Gradientul modulului vitezei	grad v	$\text{grad } v = \frac{dv}{dl}$	unu pe secundă	1/s	Gradientul modulului vitezei unui fluid în curgere, a cărui viteză variază cu 1·metru pe secundă, pe distanța de 1 metru în direcția normalei la viteză
9	Viteză unghiulară	ω	$\omega = \frac{d\varphi}{dt}$	radian pe secundă	rad/s	Viteza unghiulară a unui corp (rigid) în mișcare de rotație uniformă în jurul unei axe fixe care se rotește cu un unghi de 1 radian în timp de 1 secundă
10	Viteză areolară	v_a, Ω	$v_a = \frac{dA}{dt}$	metru pătrat pe secundă	m^2/s	Viteza areolară a unei arii de 1 metru pătrat, descrisă de raza vectoare a unui punct în mișcare de rotație uniformă în timp de 1 secundă
11	Accelerație	a	$a = \frac{dv}{dt}$	metru pe secundă la pătrat	m/s^2	Accelerația unui mobil în mișcare rectilinie, uniform variată, a cărui viteză variază cu 1 metru pe secundă în timp de 1 secundă
12	Accelerație unghiulară	α	$\alpha = \frac{d\omega}{dt}$	radian pe secundă la pătrat	rad/s^2	Accelerația unghiulară a unui corp (rigid) în mișcare de rotație, uniform variată, în jurul unei axe fixe, a cărui viteză unghiulară variază cu 1 radian pe secundă în timp de 1 secundă

OBSERVAȚIE. Radianul și steradianul, denumiri speciale ale numărului pur (adimensional) 1, sînt adoptate ca unități suplimentare ale Sistemului Internațional de unități.

Tabela 1.7. **Unități SI ale mărimilor caracteristice mecanicii**

Nr. crt.	MĂRIMEA			UNITATEA SI			
	Denumire	Simbol	Relația de definire (sau definiția)	Denumire	Simbol	Expresia în unități fundamentale SI	Definiție
1	masă	m	—	kilogram	kg	kg	Masa prototipului internațional al kilogramului (a se vedea STAS 737/1-72)
2	densitate (masă volumică)	ρ	$\rho = \frac{m}{V}$	kilogram pe metru cub	kg/m^3	$m^{-3}\cdot kg$	Densitatea unui corp omogen care are masa de 1 kilogram și volumul de 1 metru cub
3	densitatea de lungime a masei (masă liniară)	ρ_l	$\rho_l = \frac{m}{l}$	kilogram pe metru	kg/m	$m^{-1}\cdot kg$	Densitatea de lungime a masei unui corp filiform, omogen, cu masa de 1 kilogram și cu lungimea de 1 metru
4	densitatea de suprafață a masei	ρ_A, ρ_S	$\rho_A = \frac{m}{A}$	kilogram pe metru pătrat	kg/m^2	$m^{-2}\cdot kg$	Densitatea de suprafață a masei unui corp omogen cu masa de 1 kilogram, uniform distribuită pe o suprafață cu aria de 1 metru pătrat
5	densitate relativă	ρ_r, d	Raportul între densitatea unui corp omogen și densitatea unui corp de referință, în condiții specificate pentru ambele corpuri	unu	1	1	Densitatea relativă a corpului de referință
6	volum masic (volum specific)	v	$v = \frac{V}{m}$	metru cub pe kilogram	m^3/kg	$m^3\cdot kg^{-1}$	Volumul masic al unui corp omogen cu masa de 1 kilogram și volumul de 1 metru cub

Tabela 1.7. (continuare)

Nr. crt.	MĂRIMEA Denumire	Simbol	Relația de definire (sau definiția)	Unitatea SI Denumire	Simbol	Expresia în unități fundamentale SI	Definiție
7	impuls (cantitate de mișcare)	H, p	$H = mv$	kilogram-metru pe secundă	kg·m/s	$m \cdot kg \cdot s^{-1}$	Impulsul unui corp cu masa de 1 kilogram care se deplasează cu viteza de 1 metru pe secundă
8	momentul impulsului (momentul cantității de mișcare), moment cinetic	b, P_0, k	$b = Hl$	kilogram-metru pătrat pe secundă	$kg \cdot m^2/s$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-1}$	Momentul impulsului unui corp punctiform care are impulsul de 1 kilogram-metru pe secundă și se deplasează pe un cerc cu raza de 1 metru
9	forță	F	$F = ma$	newton	N	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$	Forța care aplicată unui corp cu masa de un kilogram îi imprimă o accelerație de 1 metru pe secundă la pătrat
	greutate	G	$G = mg$				
10	greutatea volumică (greutate specifică)	γ	$\gamma = \frac{G}{V}$	newton pe metru cub	N/m^3	$m^{-2} \cdot kg \cdot s^{-2}$	Greutatea volumică a unui corp omogen al cărui volum de 1 metru cub are greutatea de 1 newton
11	momentul forței	M	$M = Fl$	newton-metru	N·m	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$	Momentul forței de 1 newton în raport cu punctul situat la distanța de 1 metru de la dreapta care reprezintă direcția de acțiune a forței
	momentul cuplului de forțe	T	$T = Fl$				

Nr. crt.	Denumire	Simbol	Relația de definire (sau definiția)	Denumire	Simbol	Expresia în unități fundamentale SI	Definiție
12	moment de inerție (moment de inerție dinamic)	I, J	$I = \int r^2\, dm$	kilogram-metru pătrat	$kg \cdot m^2$	$m^2 \cdot kg$	Momentul de inerție al unui corp punctiform, cu masa de 1 kilogram, care se află la distanța de 1 metru față de axa de rotație
13	moment de inerție geometric axial al unei suprafețe plane	I_x, I_y	$I_x = \int y^2\, dA$; $I_y = \int x^2 dA$	metru la puterea a patra	m^4	m^4	Momentul de inerție axial al unei suprafețe dreptunghiulare, cu lungimea de 12 metri și lățimea de 1 metru, în raport cu axa paralelă cu lungimea acesteia, axă care trece prin centrul de greutate
	idem, polar	I_p, J	$I_p = \int r^2\, dA$				
	idem, centrifugal	I_{xy}	$I_{xy} = \int xy dA$				
14	modul de rezistență axial	W_x, W_y	$W_x = \frac{Ix}{l}$; $W_y = \frac{Iy}{l}$	metru la puterea a treia	m^3	m^3	Modulul de rezistență axial al unei suprafețe plane care are momentul de inerție geometric axial de 1 metru la puterea a patra și cel mai îndepărtat punct la distanța de 1 metru față de axa considerată
	modul de rezistență polar	W_p	$W_p = \frac{Ip}{r}$				
15	presiune	p	$p = \frac{F}{A}$	pascal	Pa	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$	Presiunea, care acționînd pe o suprafață plană cu aria de 1 metru pătrat, exercită asupra acesteia o forță totală de 1 newton
	tensiunea mecanică normală (efort unitar normal)	σ	$\sigma = \frac{F}{A}$	pascal (sau newton pe metru pătrat)	Pa(N/m²)		
	tensiune mecanică tangențială (efort unitar tangențial)	τ	$\tau = \frac{F}{A}$				
16	modul de elasticitate longitudinală	E	$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$	pascal (sau newton pe metru pătrat)	Pa(N/m²)	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$	Modulul de elasticitate longitudinală la care tensiunea normală de 1 newton pe metru pătrat provoacă o alungire relativă egală cu 1 metru
	modul de elasticitate [illegible]ersal	G	$D = \frac{\tau}{\gamma}$				

Tabela 1.7 (continuare)

Nr. crt.	MĂRIMEA Denumire	Simbol	Relaţia de definire (sau definiţia)	Unitatea SI Denumire	Simbol	Expresia în unităţi fundamentale SI	Definiţie
17	tensiune superficială	σ_s	$\sigma_s = \frac{F}{l}$	newton pe metru	N/m	$kg \cdot s^{-2}$	Tensiunea superficială a unui lichid, pe 1 metru de contur a suprafeţei libere, cu care o forţă de 1 newton acţionează normal faţă de contur şi tangenţial faţă de suprafaţă
18	viscozitate dinamică	η	$\eta = \frac{F}{\text{grad } v}$	pascal-secundă	Pa·s	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-1}$	Viscozitatea dinamică a unui fluid omogen, în care mişcarea rectilinie şi uniformă a unei suprafeţe cu aria de 1 metru pătrat dă naştere unei forţe de frecare de 1 newton, cînd diferenţa de viteză dintre două planuri paralele, care se găsesc la distanţa de 1 metru, este de 1 metru pe secundă
19	viscozitate cinematică	ν	$\nu = \frac{\eta}{\rho}$	metru pătrat pe secundă	m^2/s	$m^2 \cdot s^{-1}$	Viscozitatea cinematică a unui fluid care are densitatea de 1 kilogram pe metru cub şi viscozitatea dinamică de 1 pascal-secundă

Nr. crt.	Denumire	Simbol	Relaţia de definire (sau definiţia)	Denumire	Simbol	Expresia în unităţi fundamentale SI	Definiţie
20	fluiditate	φ	$\varphi = \frac{1}{\eta}$	metru pătrat pe newton-secundă	$m^2/N \cdot s$	$m \cdot kg^{-1} \cdot s$	Fluiditatea unui fluid în mişcare rectilinie uniformă, în care se menţine o viteză de 1 metru pe secundă între două planuri paralele situate la distanţa de 1 metru unul faţă de altul, sub o tensiune tangenţială de 1 newton pe metru pătrat
21	debit de masă	Q_m	$Q_m = \frac{m}{t}$	kilogram pe secundă	kg/s	$kg \cdot s^{-1}$	Debitul de masă corespunzător unei substanţe cu masa de 1 kilogram, care se deplasează uniform printr-o secţiune transversală în timp de 1 secundă
22	debit de volum	Q_V	$Q_V = \frac{V}{t}$	metru cub pe secundă	m^3/s	$m^3 \cdot s^{-1}$	Debitul de volum corespunzător unei substanţe cu volumul de 1 metru cub, care se deplasează uniform printr-o secţiune transversală în timp de 1 secundă
23	lucru mecanic	L, W, A	$L = Fl$	joule	J	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$	Lucrul mecanic efectuat de o forţă de 1 newton, al cărui punct de aplicaţie se deplasează cu 1 metru în direcţia forţei
	energie	E, W	$E = Pt$				
	energie potenţială	E_p, V, W_p	$Ep = -L$				
	energie cinetică	E_k, K, T	$E_k = \frac{1}{2} m v^2$				
24	putere	P	$P = \frac{E}{t}$	watt	W	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$	Puterea unui sistem energetic în care este transferată uniform energia de 1 joule în timp de 1 secundă
25	rezilienţă, rezistenţă la şoc	KC	$KC = \frac{L}{A}$	joule pe metru pătrat	J/m^2	$kg \cdot s^{-2}$	Rezilienţa unui corp omogen cu secţiunea de 1 metru pătrat, care se rupe printr-o singură lovire sub acţiunea unei energii de 1 joule

Tabela 1.8. **Prefixe pentru formarea multiplilor și submultiplilor zecimali**

Factorul de multiplicare	Prefixul	Simbolul
10^{12}	tera	T
10^{9}	giga	G
10^{6}	mega	M
10^{3}	kilo	k
10^{2}	hecto	h
10^{1}	deca	da
10^{-1}	deci	d
10^{-2}	centi	c
10^{-3}	mili	m
10^{-6}	micro	μ
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	pico	p
10^{-15}	femto	f
10^{-18}	atto	a

Tabela 1.10. **Sistemele de măsură MKS, CGS și MKfS**

Denumirea sistemului	Mărimile și unitățile fundamentale de măsură ale sistemului		Simbolurile unităților fundamentale
Sistemul MKS	lungime masă timp	metrul (m) kilogramul (kg) secundă (s)	M K S
Sistemul CGS	lungime masă timp	centimetrul (cm) gramul (g) secunda (s)	C G S
Sistemul MKfS	lungime forță timp	metrul (m) kilogramul-forță (kgf) secunda (s)	M Kf S

Tabela 1.9. **Unități de măsură tolerate pe termen nelimitat**

Nr. crt.	Mărimea	Unitatea de măsură: Denumire	Simbol	Definiția (sau relația de definire)	Valoarea în unitatea SI
		Unități de măsură cu utilizare generală			
1	unghi plan	grad (sexagesimal)	°	$1° = \frac{\pi}{180}$ rad	$1° = 1{,}745\ 329 \cdot 10^{-2}$rad
		minut (sexagesimal)	′	$1' = \left(\frac{1}{60}\right)^{\circ}$	$1' = \frac{\pi}{10\ 800}$ rad $= 2{,}908\ 882 \cdot 10^{-4}$rad
		secundă (sexagesimală)	″	$1'' = \left(\frac{1}{60}\right)'$	$1'' = \frac{\pi}{648\ 000}$ rad $= 4{,}848\ 137 \cdot 10^{-6}$ rad
		grad (centesimal)	g	$1^{g} = \frac{\pi}{200}$ rad	$1 = 1{,}570\ 796 \cdot 10^{-2}$ rad
2	volum	litru	l	$1\ l = 1\ dm^3$	$1\ l = 10^{-3}\ m^3$
3	timp	minut	min	1 min = 60 s	1 min = 60 s
		oră	h	1 h = 60 min	1 h = 3 600 s
		zi	d	1 d = 24 h	1 d = 86 400 s
4	masă	tonă	t	1 t = 1 000 kg	$1\ t = 10^3$ kg

Tabela 1.11. **Mărimi și unități de măsură CGS, SI și MKfS folosite în tehnică**

Mărimea: Denumirea	Simbolul și ecuația de definiție	Sistemul de unități	Dimensiunile	Unitatea de măsură: Denumirea	Simbolul	Relații de transformare
Lungime	l	CGS SI MKfS	L L	centimetru metru	cm m	$1\ cm = 10^{-2}\ m$
Arie	A, S	CGS SI MKfS	L^2 L^2	centimetru pătrat metru pătrat	cm^2 m^2	$1\ cm^2 = 10^{-4}\ m^2$
Volum	V	CGS SI MKfS	L^3 L^3	centimetru cub metru cub	cm^3 m^3	$1\ cm^3 = 10^{-6}\ m^3$
Unghi plan	α $\alpha = \frac{l}{R}$	CGS SI MKfS	—	radian	rad	—
Unghi solid	Ω $\Omega = \frac{S}{R^2}$	CGS SI MKfS	—	steradian	str	—
Timp	τ	CGS SI MKfS	T	secundă	s	—
Viteză	w, v, c, u $w = \frac{dl}{d\tau}$	CGS SI MKfS	LT^{-1} LT^{-1}	centimetru pe secundă metru pe secundă	cm/s m/s	$1\ cm/s = 10^{-2}\ m/s$
Viteză unghiulară	ω $\omega = \frac{d\theta}{d\tau}$	CGS SI MKfS	T^{-1}	secundă la puterea minus unu	s^{-1}	—

Tabela 1.11 (continuare)

Mărimea — Denumirea	Mărimea — Simbolul şi ecuaţia de definiţie	Sistemul de unităţi	Dimensiunile	Unitatea de măsură — Denumirea	Unitatea de măsură — Simbolul	Relaţii de transformare
Acceleraţie	$a = \frac{dw}{d\tau}$	CGS SI MKfS	LT^{-2} LT^{-2}	centimetru pe secundă la pătrat metru pe secundă la pătrat	cm/s^2 m/s^2	$1\ cm/s^2 = 10^{-2} m/s^2$
Acceleraţie unghiulară	ε $\varepsilon = \frac{d\omega}{d\tau}$	CGS SI MKfS	T^{-2}	secundă la puterea minus doi	s^{-2}	—
Masă	m $m = \frac{F}{a}$ $m = \frac{G}{g}$	CGS SI MKfS	M M $L^{-1}FT^2$	gram kilogram kilogramforţă-secundă la pătrat pe metru	g kg $\frac{kgf \cdot s^2}{m}$	$1\ g = 10^{-3}\ kg$ $1\ kgf \cdot s^2/m = 9{,}80665\ kg$
Densitate (masă specifică)	ρ $\rho = \frac{m}{V}$	CGS SI MKfS	$L^{-3} M$ $L^{-3} M$ $L^{-4} FT^2$	gram pe centimetru cub kilogram pe metru cub kilogramforţă-secundă la pătrat pe metru la puterea patra	g/cm^3 kg/m^3 $\frac{kgf \cdot s^2}{m^4}$	$1\ g/cm^3 = 10^3\ kg/m^3$ $1\ kgf \cdot s^2/m^4 = 9{,}80665\ kg/m^3$
Densitatea relativă	d $d = \frac{\rho}{\rho_0}$		Adimensional			
Impuls (cantitate de mişcare)	p $p = mw$	CGS SI MKfS	LMT^{-1} LMT^{-1} FT	gram-centimetru pe secundă kilogram-metru pe secundă kilogram forţă secundă	$g \cdot cm/s$ $kg \cdot m/s$ $kgf \cdot s$	$1\ g\ cm/s = 10^{-5} kg \cdot m/s$ $1\ kgf \cdot s = 9{,}80665\ kg \cdot m/s$
Forţă Greutate	F $F = ma$ G	CGS SI MKfS	LMT^{-2} LMT^{-2} F	dină newton kilogramforţă	dyn N kgf	$1\ dyn = 10^{-5}\ N$ $1\ kgf = 9{,}80665\ N$
Greutate specifică (ponderitate)	γ $\gamma = \frac{G}{V}$	CGS SI MKfS	$L^{-2}MT^{-2}$ $L^{-2}MT^{-2}$ $L^{-3}F$	dină pe centimetru cub newton pe metru cub kilogramforţă pe metru cub	dyn/cm^3 N/m^3 kgf/m^3	$1\ dyn/cm^3 = 10\ N/m^3$ $1\ kgf/m^3 = 9{,}80665\ N/m^3$
Greutate specifică relativă	γ_r $\gamma_r = \frac{\gamma}{\gamma_0}$		Adimensional			
Volum specific	v $v = \frac{V}{m}$	CGS SI MKfS	L^3M^{-1} L^3M^{-1} $L^4F^{-1}T^{-2}$	centimetru cub pe gram metru cub pe kilogram metru la puterea patra pe kilogramforţă-secundă la pătrat	cm^3/g m^3/kg $m^2/kgf \cdot s^2$	$1\ cm^3/g = 10^{-3}\ m^3/kg$ $1\ m^4/kgf \cdot s^2 = \frac{1}{9{,}80665}\ m^3/kg$
Volum specific (raportat la greutate)	v $v = \frac{V}{G}$	MKfS	L^3F	metru cub pe kilogramforţă	m^3/kgf	—
Presiune	p $p = \frac{F}{S}$	CGS SI MKfS	$L^{-1}MT^{-2}$ $L^{-1}MT^{-2}$ $L^{-2}F$	microbar (barye) newton pe metru pătrat kilogramforţă pe metru pătrat	μ bar (barye) N/m^2 kgf/m^2	$1\ \mu\ bar = 10^{-1}\ N/m^2$ $1\ kgf/m^2 = 9{,}80665\ N/m^2$
Tensiune superficială	σ $\sigma = \frac{F}{l}$	CGS SI MKfS	MT^{-2} MT^{-2} $L^{-1}F$	dină pe centimetru newton pe metru kilogramforţă pe metru	dyn/cm N/m kgf/m	$1\ dyn/cm = 10^{-3}\ N/m$ $1\ kgf/m = 9{,}80665\ N/m$

Tabela 1.11 (continuare)

Mărimea		Sistemul de unităţi	Dimensiunile	Unitatea de măsură		Relaţii de transformare
Denumirea	Simbolul şi ecuaţia de definiţie			Denumirea	Simbolul	
Viscozitate dinamică	η $\eta=\frac{F}{A\cdot\frac{\Delta w}{\Delta l}}$	CGS SI MKfS	$L^{-1}MT^{-1}$ $L^{-1}MT^{-1}$ $L^{-2}FT$	poise newton-secundă pe metru pătrat kilogramforţă-secundă pe metru pătrat	P $N\cdot s/m^2$ $kgf\cdot s/m^2$	1 P = 0,1 $N\cdot s/m^2$ 1 $kgf\cdot s/m^2$ = 9,80665 $N\ s/m^2$
Viscozitate dinamică relativă	η_r $\eta_r=\frac{\eta}{\eta_0}$		Adimensional			
Viscozitate cinematică	ν $\nu=\frac{\eta}{\rho}$	CGS SI MKfS	L^2T^{-1} L^2T^{-1}	stokes metru pătrat pe secundă	St m^2/s	1 St = 10^{-4} m^2/s
Lucru mecanic Energie Energie cinetică Energie potenţială	L $L=Fl$ $E,\ W$ $E_c,\ E_k$ $E_c=\frac{1}{2}mw^2$ E_p $E_p=mgh$	CGS SI MKfS	L^2MT^{-2} L^2MT^{-2} LF	erg joule kilogramforţă-metru	erg J $kgf\cdot m$	1 erg = 10^{-7} J 1 $kgf\cdot m$ = 9,80665 J
Putere	P $P=\frac{L}{\tau}=\frac{E}{\tau}$	CGS SI MKfS	L^2MT^{-3} L^2MT^{-3} LFT^{-1}	erg pe secundă watt kilogramforţă-metru pe secundă	erg/s W $kgf\cdot m/s$	1 erg/s = 10^{-7} W 1 $kgf\cdot m/s$ = 9,80665 W

Capitolul **2**

REZISTENŢA MATERIALELOR

1. CENTRE DE GREUTATE

Centrul de greutate al suprafeţelor sau corpurilor omogene se determină prin descompunerea lor în elemente simple, pentru a le putea considera ca figuri, respectiv corpuri gemetrice regulate, pentru care poziţia centrului de greutate este uşor de stabilit. Presupunînd că suprafeţele, respectiv greutăţile elementelor simple, ar fi nişte forţe paralele, care trec prin centrele de greutate ale acestor elemente, centrul de greutate al figurii, respectiv al corpului, se va găsi pe rezultanta acestor forţe.

Cînd figura sau corpul omogen are o axă sau un plan de simetrie, centrul de greutate se află pe ele.

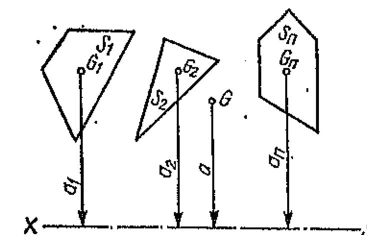


Fig. 2.1.

Centrul de greutate comun, G, al mai multor figuri faţă de o axă oarecare xy se determină prin relaţia următoare, cu condiţia ca figurile şi axa să se găsească în acelaşi plan (fig. 2.1):

$$S_1\cdot a_1+S_2\cdot a_2+\ldots+S_n\cdot a_n=(S_1+S_2+\ldots+S_n)\cdot a=S\cdot a,$$

în care: S este suma suprafeţelor figurilor;
a — distanţa la axa xy a centrului de greutate comun.

Poziţia centrului de greutate se obţine prin metoda expusă mai sus.

Relaţia precedentă serveşte şi la determinarea centrului de greutate comun al mai multor corpuri omogene, înlocuindu-se suprafeţele (S_1, S_2, ... S_n) prin greutăţi (G_1, G_2, ... G_n).

2. MOMENTE. MOMENTE DE INERŢIE. MODUL DE REZISTENŢĂ

Momentul M al unei forţe, în raport cu un punct O, este produsul forţei prin distanţa ei la acel punct (fig. 2.2):

$$M=F\cdot a=X\cdot y-Y\cdot x=M_x-M_y.$$

Momentul de încovoiere M_i este momentul rezultantei forțelor care intervin la încovoiere.

Momentul de torsiune sau de răsucire M_r este momentul forței care produce răsucirea.

Momentul de inerție (*axial*) J al unui corp, în raport cu o axă, este suma produselor elementelor de masă ale acestui corp cu pătratul distanțelor la axă a elementelor respective:

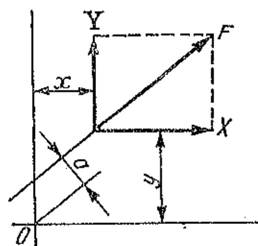


Fig. 2.2.

$$J = \Sigma mr^2.$$

Dacă m reprezintă masa corpului însuși, atunci relația precedentă devine $J = mr^2$, în care r este raza de girație a masei m.

Momentul de inerție, în raport cu o axă pentru un corp (suprafață, linie) compus din mai multe părți, este egal cu suma momentelor de inerție, în raport cu acea axă, a tuturor părților componente.

Cunoscînd momentul de inerție J al unui corp de masă m în raport cu o axă de rotație, care trece prin centrul său de greutate, momentul de inerție J al aceluiași corp în raport cu o axă paralelă, situată la distanța a de prima, se exprimă prin relația

$$J_1 = J + a^2 \cdot m.$$

Momentul de inerție I pentru o arie A (fig. 2.3), în raport cu o axă, în funcție de momentul de inerție în raport cu o altă axă paralelă cu ea, dar care nu trece prin centrul de greutate G, este:

$$I_x = I_{x1} + A(y^2 + y_1^2).$$

Cînd axele se intersectează sub un unghi α, momentul de inerție este:

$$I_x = I_x \cos^2\alpha + I_y \sin^2\alpha - I_{xy} \sin 2\alpha,$$

în care I_{xy} este *momentul centrifugal*.

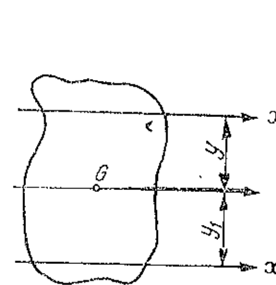
Momentul de inerție polar I_0 al unei figuri plane este momentul de inerție ale acestei figuri în raport cu o axă de rotație z perpendiculară pe planul ei; el este egal cu suma momentelor de inerție ale figurii în raport cu două axe oarecare din planul ei, care se intersectează pe axa de rotație sub un unghi drept (fig. 2.4): $I_0 = I_x + I_y$.

Modulul de rezistență W al unei secțiuni este dat de raportul dintre momentul de inerție I al secțiunii, în raport cu axa neutră și distanța y

a fibrei celei mai depărtate la axa neutră (axa neutră sau linia fibrelor invariabile trece prin centrul de greutate al secțiunii):

$$W(\text{cm}^3) = \frac{I(\text{cm}^4)}{y(\text{cm})}.$$

Fig. 2.3.



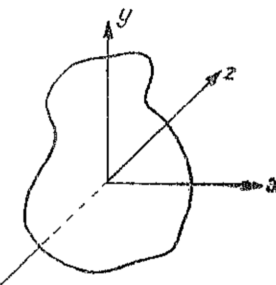


Fig. 2.4.

3. RELAȚIILE DINTRE REZISTENȚE ȘI DEFORMAȚII

Un corp, asupra căruia acționează mai multe forțe, suferă o deformație elastică, care dispare în momentul suprimării forțelor, sau o deformație permanentă (plastică), care persistă și după suprimarea forțelor. Alungirile sînt proporționale cu eforturile de care sînt produse, pînă la o anumită limită, denumită *limită de elasticitate*; cînd limita de elasticitate este întrecută, au loc deformații permanente.

Curba caracteristică a unui material exprimă legătura dintre rezistențele normale la tracțiune σ și alungirile specifice ε ale unei epruvete din acel material (fig. 2.5).

Porțiunea OA este (aproximativ) o linie dreaptă. Rezistența corespunzătoare punctului A este limita de proporționalitate (tehnică) σ_p.

Rezistențele corespunzătoare punctelor B și C definesc limita de elasticitate (tehnică) σ_e și limita de curgere σ_c.

Rezistența de rupere σ_r este:

$$\sigma_r = \frac{F_r}{A_0},$$

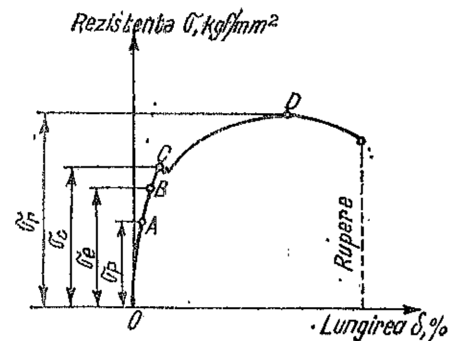


Fig. 2.5.

în care : F_r este sarcina, la care s-a rupt epruveta, exprimată în kgf;
A_0 — secțiunea inițială a epruvetei, în mm^2.

Alungirea specifică se numește raportul dintre lungirea epruvetei (Δl) și lungimea inițială (l_0) : $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{l - l_0}{l_0}$,
în care l_0 este lungimea inițială, iar l este lungimea după lungire.

Alungirea relativă la rupere δ, rezultată prin solicitarea la tracțiune, este raportul exprimat în procente, dintre lungirea epruvetei, între două repere, măsurată prin punerea cap la cap a bucăților — după rupere — și distanța inițială dintre aceste repere :

$$\delta = \frac{l_r - l_0}{l_0} 100\ [\%],$$

în care : l_r este lungimea finală (după rupere) a epruvetei între repere, în mm ;
l_0 — lungimea inițială a epruvetei între repere, în mm.

Modulul de elasticitate la tracțiune sau compresiune E se exprimă în kgf/mm^2 și are ca valoare : $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$,
în care ε este alungirea specifică în intervalul deformațiilor proporționale.

Gîtuirea la rupere ψ (stricțiunea) se exprimă în procente și este dată de raportul : $\psi\% = \frac{A_0 - A}{A_0} \cdot 100$,
în care : A_0 este secțiunea barei înainte de rupere, în mm^2;
A — secțiunea barei după rupere, în mm^2, în locul celei mai pronunțate gîtuiri :

Deformația unghiulară specifică (lunecarea specifică) γ este unghiul cu care se modifică un unghi drept după deformare sub acțiunea unor eforturi unitare tangențiale (lunecarea secțiunilor de forfecare); ea este dată de relația $\gamma = \frac{\tau}{G} = \frac{T/A_0}{G}$,
în care T este forța tangențială în kgf, A_0 — secțiunea, în mm^2, iar G — modulul de elasticitate transversală, în kgf/mm^2.

Modulul de elasticitate transversală G este dat de raportul între rezistența tangențială τ și lunecarea specifică γ :

$$G = \frac{\tau}{\gamma}.$$

4. REZISTENȚE ADMISIBILE ȘI COEFICIENT DE SIGURANȚĂ

În practică nu se aplică exact condițiile și ipotezele care se fac în calculele teoretice.

În calcul se utilizează, de exemplu, rezistențele admisibile la tracțiune σ_a, care sînt numai o fracțiune din rezistența totală σ_r, pe care o pot suporta materialele respective : $\sigma_a = \frac{\sigma_r}{c}$.

Coeficientul c poartă denumirea de *coeficient de siguranță.*

Notațiile utilizate în cele ce urmează pentru rezistențe și rezistențe admisibile sînt următoarele :

σ_r — rezistența la tracțiune ;
σ_c — rezistența la compresiune ;
σ_i — rezistența la încovoiere ;
τ_r — rezistența la răsucire (torsiune) ;
τ_f — rezistența la forfecare ;
σ_k — rezistența la flambaj ;
σ_a — rezistența admisibilă la tracțiune ;
σ_{ca} — rezistența admisibilă la compresiune ;
σ_{ia} — rezistența admisibilă la încovoiere ;
τ_{ta} — rezistența admisibilă la răsucire (torsiune) ;
τ_{fa} — rezistența admisibilă la forfecare ;
σ_{ka} — rezistența admisibilă la flambaj.

În tabela 2.1 sînt indicate rezistențele admisibile pentru calcule aproximative la tracțiune, compresiune, încovoiere, forfecare și răsucire pentru oțel, fontă și unele metale neferoase.

Valorile corespunzătoare cazurilor I, II, III se utilizează în calculul construcțiilor, după cum urmează :

Cazul I — pentru solicitările constante.

Cazul II — pentru solicitările variabile cu variații de la zero la o valoare maximă și iarăși la zero.

Cazul III — pentru solicitările alternative.

Tabela 2.1. **Rezistențe admisibile, kgf/mm² (≈ da N/mm²)**

Material		Fontă normală	Oțel turnat	Oțel carbon		Oțel semidur aliat cu Ni	Alamă laminată	Bronz fosforos	Aluminiu turnat	Aliaje dure de aluminiu
Rezistența de rupere σ_r		12–24	40–60	34–50	59–70	50–60	20–30	30–45	9–12	35–60
Rezistențe admisibile										
Tracțiune σ_a	Cazul I	3–4,5	6–12	9–15	12–18	12–18	4–6	6–9	1–1,2	6–10
	Cazul II	2–3	4–8	6–10	8–12	8–12	2,7–4	4–6	0,7–0,8	4–6,7
	Cazul III	1–1,5	2–4	3–5	4–6	4–6	1,3–2	2–3	0,3–0,4	2–3,3
Compresiune σ_{ca}	Cazul I	9–10	9–15	9–15	12–18	12–18	4–6	6–9	—	6–10
	Cazul II	6–6,6	6–10	6–10	8–12	8–12	2,7–4	4–6	—	4–6,7
Încovoiere σ_{ia}	Cazul I	4–7,5	7,5–12	9–15	12–18	12–18	4–6	6–9	1,5–2	6–10
	Cazul II	2,7–5	5–8	6–10	8–12	8–12	2,7–4	4–6	1–1,3	4–6,7
	Cazul III	1,3–2,5	2,5–4	3–5	4–6	4–6	1,3–2	2–3	0,5–0,7	2–3,7
Răsucire τ_{ta}	Cazul I	2,7–8	4,8–9,5	6–10	9–14,4	9–14,4	3,2–4,6	4,5–7	—	4,8–8
	Cazul II	1,8–3,7	3,2–6,4	3–6	6–9,6	6,4–9,6	2,1–3,2	3–4,7	—	3,2–5,3
	Cazul III	0,9–1,8	1,6–3,2	2–4	3–4,8	3,2–4,8	1,1–1,6	1,5–2,3	—	1,6–2,7
Forfecare τ_{fa}	Cazul I	3–3,5	4,8–9,6	7,2–12	9,6–14,4	9–14,4	3,2–4,8	4,5–7	—	4,8–8
	Cazul II	2–2,3	3,2–6,4	4,8–8	6,4–9,6	6,4–9,6	2,1–3,2	3–4,7	—	3,2–5,3
	Cazul III	1–1,2	1,6–3,2	2,4–4	3,2–4,8	3,2–4,8	1,1–1,6	1,5–2,3	—	5–8

Observație. Rezistențele admisibile pentru fontă sînt indicate pentru piese prelucrate.

5. VALORI PRACTICE DE ELASTICITATE ȘI REZISTENȚĂ

5.1. VALORI DE ELASTICITATE ȘI REZISTENȚĂ PENTRU MATERIALE FEROASE

Tabela 2.2. **Caracteristicile mecanice ale oțelurilor și fontelor**

Materiale	Starea	Modul de elasticitate la tracțiune sau compresiune E kgf/mm²	Modul de elasticitate la torsiune sau forfecare G kgf/mm²	Limita de proporționalitate σ_p kgf/mm²	Limita de scurgere σ_c kgf/mm²	Rezistența de rupere la tracțiune σ_r kgf/mm²	Rezistența de rupere la compresiune σ_{rc} kgf/mm²
Oțel OL 38	normalizat	20 000 21 500	8 880 8 500	18–23	26	38–47	22
Oțel OL 50	,,	20 000 21 500	8 000 8 500	18–23	27	50–60	27
Oțel OL 45	îmbunătățit	20 000 21 500	8 000 8 500		39–47	65–75	39–47
Oțel 30 CN 35	,,	20 000 21 500	8 000 8 500	20 și mai mult	66–78	90–105	66–78
Oțel turnat OT 45	recopt	20 000 21 50	8 000 8 500	50 și mai mult	22	45	22
Oțel de arcuri	necălit	20 000 21 500	8 000 8 500	75 și mai mult		75–90	
Oțel de arcuri	călit	20 000 21 500	8 000 8 500		65–117	80–170	65–115
Fontă normală Fc 12	netratată	7 500*) 4 000	3 200 2 200			12	(60)
Fontă superioară Fc 24	,,	13 000*) 11 000	5 200 4 500			24	(90)
Fontă maleabilă	maleab.	17 000	6 800		19–21	35–38	(19–21)

*) E scade cu creșterea solicitării la întindere.

5.2. VALORI DE ELASTICITATE ȘI REZISTENȚĂ PENTRU MATERIALE NEFEROASE

Tabela 2.3. **Caracteristicile mecanice ale unor materiale metalice neferoase**

Materiale	$E=\frac{1}{\alpha}$ kgf/mm²	σ_p kgf/mm²	σ_r kgf/mm²	δ %	ψ %
Tablă de cupru laminată	11 500	—	20—23	38	45—50
Alamă turnată	8 000	650	16,50	13	17,4
Bronz	9 000	9	20	6	10,5
Bronz fosforos	—	—	40	—	—
Metal Delta turnat . . .	—	—	34—37	—	—
Metal Delta laminat . . .	9 977	22	58	12,3	17,4
Metal Delta forjat . . .	—	18	26	—	—

5.3. VALORI DE ELASTICITATE ȘI REZISTENȚĂ PENTRU MATERIALE DIVERSE

Tabela 2.4. **Carecteristicile mecanice pentru diverse materiale**

Materialul	$E=\frac{1}{\alpha}$ kgf/mm²	σ_p kgf/mm²	σ_r kgf/mm²	Observații
Aluminiu (turnat).	6 750	—	10—12	$\delta = 3\%$
Bronz de aluminiu cu 10% Al .	—	—	64	$\delta = 11\%$
Zinc laminat	1 500	—	19	$\sigma_c = 10$kgf/mm²
Plumb moale	500	—	1,25	
Plumb tare (cu antimoniu) . .	—	—	3,00	Pentru sîrmele
Sîrmă de oțel moale	—	42	56—70	și cablurile noi
Sîrmă de oțel recoaptă	20 000	20	40	E este cu 35%
Sîrmă de oțel Bessemer . . .	—	52	65	mai mare decît
Sîrmă de oțel Bessemer recoaptă	21 500	22	40—60	pentru cablurile vechi
Curea de piele nouă	12,50	1,60	2,50—4,50	$\sigma = 39-27,2$
Curea de piele nouă	22,50	—	2,50—4,50	kgf/cm²
Cablu de cînepă de Manilla . .	80—95	Cablu nou 12 Cablu vechi 5		

6. PIESE SUPUSE LA DIFERITE SOLICITĂRI

6.1. PIESE SUPUSE LA TRACȚIUNE ȘI COMPRESIUNE

O piesă supusă la tracțiune sau compresiune[1]) trebuie dimensionată astfel încît să satisfacă relațiile:

$$F \leqslant A \cdot \sigma_a \text{ pentru tracțiune};$$

[1]) Compresiunea pură are loc numai la barele scurte, la care lungimea este de cel mult 6—8 ori mai mare decît dimensiunea transversală minimă, deoarece altfel s-ar produce și fenomenul de flambaj.

de unde

$$\sigma_a \leqslant \frac{F}{A}; \text{ sau } A \geqslant \frac{F}{\sigma_a}, \quad (1)$$

$$F \leqslant A \cdot \sigma_{ca} \text{ pentru compresiune};$$

de unde

$$\sigma_{ca} \geqslant \frac{F}{A} \text{ sau } A \geqslant \frac{F}{\sigma_{ca}}, \quad (2)$$

în care: F este forța, în kgf;
A — secțiunea piesei, în mm²;
σ_a — rezistența admisibilă la tracțiune, în kgf/mm²;
σ_{ca} — rezistența admisibilă la compresiune, în kgf/mm².

Pentru *calculul sîrmelor* se utilizează relația: $T = \alpha d + \beta d^3$, în care T este sarcina de ruptură, în kgf; d — diametrul firului, în mm, iar α și β sînt constante care se găsesc în tabela 2.5.

Tabela 2.5. **Constantele α și β pentru diferite sîrme**

Specificare	Sîrmă ruginită		Sîrmă neruginită	
	α	β	α	β
Sîrmă de oțel	3	45	21	50
Sîrmă de oțel, calitate superioară . .	3	26	12,5	50
Sîrmă de oțel, calitate inferioară . .	5	22,5	18	36
Sîrmă de alamă	5,5	22,5	8	43
Sîrmă de cupru	0	18,5	7,5	27,5
Sîrmă de zinc	—	—	1,75	20
Sîrmă de plumb tare	—	—	0	1,75
Sîrmă de plumb moale	—	—	0	1,35
Sîrmă de platină	—	—	1,75	10

Deformația elastică a unei bare, supuse la un efort de tracțiune, este dată de relația $\gamma = \frac{F \cdot l}{A\ E}$, în care F este forța de tracțiune, în kgf, A — secțiunea barei, în cm², l — lungimea barei, în cm, iar E — modulul de elasticitate, în kgf/cm².

Pentru ca această relație să fie valabilă și pentru compresiune, este necesar ca: $l/d \leqslant 25$ pentru oțel moale;

$$l/d \leqslant 10 \text{ pentru fontă};$$

$$l/d \leqslant 12 \text{ pentru lemn}.$$

Strivirea este o solicitare de aceeași natură cu cea de compresiune, luîndu-se în considerație părțile corpului cele mai apropiate de suprafața încărcată pe care se exercită solicitarea. La piesele metalice solicitate, materialul din locurile strivite se află în condiții de solicitare mărită; lemnul rezistă slab la strivire.

Rezistența la strivire σ_{str} se calculează cu formula

$$\sigma_{str} = \frac{F}{A} \leqslant \sigma_{str\,a}\,[\text{kgf/mm}^2],$$

în care: F este efortul normal (axial), în kgf;
A — secțiunea piesei, în mm.

Rezistența admisibilă la strivire σ_{stra} este de două ori mai mare decît rezistența admisibilă la compresiune σ_{ca}, în cazul niturilor.

$\sigma_{stra} \approx 0{,}3\ \sigma_{ca}$ pentru lemn cînd forța lucrează perpendicular pe fibre și $\sigma_{str\,a} \approx 0{,}7\ \sigma_{ca}$ cînd forța lucrează în lungul fibrelor.

6.2. PIESE SUPUSE LA FLAMBAJ

Cînd raportul între lungimea și diametrul unei bare solicitate la compresiune în direcția lungimii sale depășește anumite limite, se produce flambarea piesei; în acest caz, forța care a provocat flambarea poartă numele de forță sau sarcină de flambaj.

Sarcina de flambaj F_k se poate determina cu ajutorul formulei lui Euler: $F_k = \pi^2 EI/l_k^2$, (3)

în care: I este momentul de inerție al secțiunii, în cm^4;
E — modulul de elasticitate, în kgf/cm^2;
l_k — lungimea de flambaj a piesei, în cm.

Pentru cazurile menționate mai jos, această formulă capătă formele indicate în dreptul fiecărui caz.

a. O extremitate a barei liberă și dezaxată, cealaltă încastrată (fig. 2.6):

$$F_k = \pi^2 EI/4l^2;\quad l_k = 2l.$$

b. Ambele extremități libere și conduse pe direcția axei barei (fig. 2.7):

$$F_k = \pi^2 EI/l^2;\quad l_k = l.$$

c. O extremitate încastrată și cealaltă condusă pe direcția axei barei (fig. 2.8):

$$F_k = 2\pi^2 EI/l^2;\quad l_k = l/\sqrt{2}$$

d. Ambele extremități încastrate pe aceeași verticală (fig. 2.9):

$$F_k = 4\pi^2 EI/l^2;\quad l_k = l/2.$$

Rezistența de flambaj σ_k, în kgf/cm^2, se poate calcula cu următoarele formule:

a. Formula lui Euler: $\sigma_k = \frac{F_k}{A} = \pi^2 \frac{EI}{Al_k^2}$,

în care A este secțiunea barei, în cm^2.

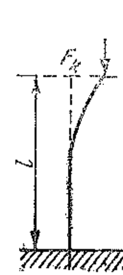


Fig. 2.6.

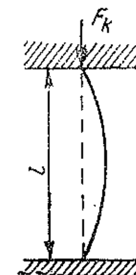


Fig. 2.7.

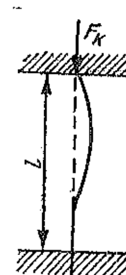


Fig 2.8.

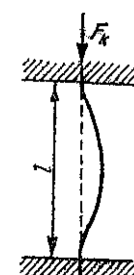


Fig. 2.9.

Introducînd în această formulă coeficientul de subțirime $\lambda = \frac{l_k}{i}$ și ținînd seamă că $I = i^2 A$ (în care i este raza de girație) se obține:

$$\sigma_k = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}.$$

b. Formula lui Tetmaier: $\sigma_k = \sigma_c(1 - a\lambda + b\lambda^2)$,

în care: a și b sînt coeficienți ce depind de calitatea materialului ($b = 0$ pentru toate materialele afară de fontă);
σ_c este rezistența la compresiune.

Limitele de utilizare a formulelor Euler și Tetmaier și coeficientul de siguranță c. La dimensionarea secțiunilor se utilizează fie formula lui Euler, fie formula lui Tetmaier, după criteriile arătate în tabela 2.6.

Tabela 2.6. **Utilizarea formulelor lui Euler și Tetmaier**

Materialul	E kgf/mm²	σ_k, kgf/cm², se calculează cu: Formula Euler — Formula lui Euler $\frac{\pi^2 E}{\lambda^2}$	se utilizează pentru $\lambda \geqslant$	Formula Tetmaier — Pentru valori mai mici ale lui λ se calculează după Tetmaier
Fontă cenușie . .	1 000 000	9 870 000 : λ^2	80	7 760 − 120λ + 0,53λ²
Oțel moale . . .	2 100 000 pînă la 2 200 000	20 730 000 : λ^2 pînă la 21 710000 : λ^2	105 89	3 350 − 6,2λ
Oțel cu max. 5 % Ni . . .	2 100 000	20 730 000 : λ^2	86	4 700 − 23,0λ

În general, în calculul de dimensionare al secțiunilor se introduce și un *coeficient de siguranță c*.

Așadar, sarcina de flambaj admisibilă și rezistența la flambaj vor fi utilizate în calcule sub formulele:

$$F_k = \pi^2 \frac{EI}{cl_k^2} \text{ (formula lui Euler)};$$

$$\sigma_k = \pi^2 \frac{EI}{cAl_k^2} = \frac{\pi^2 E}{c\lambda^2};$$

$c = 18 \ldots 21$ pentru piesele supuse la eforturi alternative cu variații de la $-F$ la $+F$;

$c = 8 \ldots 14$ pentru eforturi repetate de la 0 la F;

$c = 6$ pentru fontă;

$c = 4$ pentru oțelul moale de construcții;

$c = 3,5$ pentru restul materialelor.

6.3. PIESE SUPUSE LA ÎNCOVOIERE

Momentul încovoietor corespunzător secțiunii transversale considerate, în kgf · cm, este dat de relația $M = \sigma_{ia} I/y = \sigma_{ia} W$,

în care: σ_{ia} este rezistența admisibilă la încovoiere a fibrei celei mai obosite (deci fibra cea mai depărtată de axa neutră), care se găsește la distanța y de axa neutră a secțiunii;
I — momentul de inerție al secțiunii considerate, în raport cu axa neutră, în cm⁴;
W — modulul de rezistență al secțiunii, în cm³.

Pentru ca o piesă să reziste la eforturi de încovoiere, este necesar ca

$$M \leqslant \sigma_a I/y_1 = \sigma_a W \tag{4}$$

și

$$M \leqslant \sigma_{ca} I/y_2 = \sigma_{ca} W, \tag{5}$$

în care y_1 și y_2 sînt distanțele, în cm, la axa neutră, ale fibrelor celor mai depărtate, în care rezistențele admisibile la tracțiune σ_a, respectiv la compresiune σ_{ca}, sînt maxime.

Pentru oțel moale se ia de obicei $\sigma_a = \sigma_{ca} = \sigma_{ia}$.

6.4. PIESE SUPUSE LA RĂSUCIRE

Rezistența tangențială în fibra extremă a unei bare prismatice, sub acțiunea unui cuplu aplicat într-un plan perpendicular pe axă, se determină prin relația $\tau_r = M_r/W_0$, unde $W_0 = I_0/y_{max}$, (6)

în care: W_0 este modulul de rezistență la răsucire (polar), în cm³;
M_r — momentul de răsucire $= FR$, în kgf · cm;
I_0 — momentul de inerție polar față de centrul de greutate, în cm⁴;
y_{max} — distanța la fibrele extreme, în cm;
F — forța care produce torsiunea, în kgf;
R — brațul cuplului de torsiune, în cm.

Unghiul de răsucire $\Delta\varphi$ la distanța l de la capătul încastrat al barei, pe o rază de 1 cm, se obține cu formula $\Delta\varphi = l\theta$, în care θ este torsiunea, în radiani, adică unghiul de răsucire specific măsurat la distanța de 1 cm de la capătul încastrat.

Valoarea unghiului de răsucire (torsiune), în grade, se obține prin multiplicarea cu $180°/\pi$.

În calculul de dimensionare a arborilor cu secțiune circulară, unghiul de răscucire $\Delta\varphi$ a două secțiuni la distanța de 1 m trebuie să fie cuprins între 1/4 și 1/5 dintr-un grad sexagesimal.

6.5. PIESE SUPUSE LA FORFECARE

Rezistența tangențială (efort unitar tangențial) τ_f, care ia naștere într-o secțiune a unei bare supusă la o forță tăietoare T care acționează perpendicular pe axa longitudinală este dată de relația

$$\tau_f = T/A, \tag{7}$$

în care T este forța tăietoare în kgf iar A — secțiunea barei, în cm².

Rezistența admisibilă la forfecare τ_{fa} trebuie să satisfacă relația

$$\tau_{fa} \geqslant T/A. \tag{8}$$

În cazul materialelor omogene și în special la metale, valoarea lui τ_{fa} este cuprinsă între limitele 0,6 — 0,8 σ_a, în care σ_a reprezintă rezistența admisibilă la tracțiune

Formula (7) este valabilă în cazul cînd eforturile unitare τ_f sînt uniform repartizate în secțiunea transversală a barei.

6.6. PIESE SUPUSE LA ÎNCOVOIERE

În cazul solicitării concomitente la încovoiere și răsucire, în piese se produc:

— o rezistență la încovoiere: $\sigma_i = M/W$,

în care: M este momentul încovoietor al secțiunii transversale a piesei, în kgf · cm;
W — modulul de rezistență al secțiunii, în cm³,

— o rezistență la răsucire: $\sigma_r = M_r/W_0$,

în care : M_r este momentul de răsucire, în kgf · cm ;
W_0 — modulul de rezistență la răsucire, în cm³.

Rezistența totală la care este supusă piesa este dată de relația

$$\sigma = 0{,}35\,\sigma_i + 0{,}65\sqrt{\sigma_i^2 + 4(\alpha_0\tau_r)^2} \leqslant \sigma_{ia}, \quad \text{în care } \alpha_0 = \frac{\sigma_{ia}}{1{,}3\tau_a}.$$

Pentru corpuri omogene $\alpha_0 = 1$.

7. EXEMPLE DE CALCUL

7.1. CALCULUL LA TRACȚIUNE

1. Să se determine diametrul d, alungirea specifică ε și alungirea absolută Δl ale unei bare rotunde din oțel cu rezistența admisibilă $\sigma_a = 1\,000$ kgf/cm² și cu lungimea $l = 3\,000$ mm, cunoscînd că este supusă la o forță de întindere $F = 15\,000$ kgf.

Introducînd în formula (1) valorile cunoscute din enunț, se obține

$$A \geqslant F/\sigma_a = 15\,000 : 1\,000 = 15\,\text{cm}^2.$$

Diametrul barei rezultă din relația

$$\pi d^2/4 = 15\ \text{cm}^2, \quad \text{de unde:}$$

$$d = \sqrt{15/4 \cdot 3{,}14} = 4{,}36\ \text{cm}.$$

Rotunjind această valoare a diametrului la 4,4 cm, efortul unitar maxim în bară va fi, în acest caz: $\sigma = 15\,000 : 15{,}2 = 986$ kgf/cm² $\lhd$ 1 000 kgf/cm².

Pentru determinarea alungirii specifice, se folosește legea lui Hooke: $\sigma = E \cdot \varepsilon$.

Introducînd valoarea $E = 20\,000$ kgf/mm² $= 2\,000\,000$ kgf/cm² pentru modulul de elasticitate, se obține: $\varepsilon = \sigma/E = 986 : 2\,000\,000 = 0{,}000\,493$.

Alungirea absolută Δl se deduce din relația: $\varepsilon = \Delta l/l$, în care se înlocuiesc ε și l prin valorile cunoscute: $\Delta l = \varepsilon \cdot l = 0{,}000\,493 \cdot 3\,000 \approx 1{,}48$ mm.

2. Să se calculeze șurubul unui cîrlig de macara de 5 t, cunoscînd că materialul din care este confecționat este un oțel cu o rezistență admisibilă la tracțiune $\sigma_a = 600$ kgf/cm²

Folosind relația (1), în care se introduc valorile cunoscute, se obțin

$$A = F/\sigma_a = 5\,000 : 600 = 8{,}33\,\text{cm}^2.$$

În cazul șuruburilor, A reprezintă suprafața secțiunii transversale a șurubului corespunzătoare diametrului interior al filetului.

Dacă se alege pentru șurubul cîrligului un filet în țoli, din tabelele STAS pentru acest filet se găsește că pentru un șurub de $1^1/_2''$ corespunde $A = 8{,}388$ cm².

Deci cîrligul macaralei de 5 t se va executa cu șurubul de $1^1/_2''$, avînd 6 pași pe țol.

7.2. CALCULUL LA COMPRESIUNE

Pentru așezarea unei mașini se folosesc patru blocuri metalice din oțel cu o rezistență admisibilă $\sigma_{ca} = 400$ kgf/cm². Să se calculeze suprafața secțiunii unui bloc, cunoscînd că sarcina transmisă este de 30 000 kgf.

Introducînd în formula (2) valorile cunoscute din enunț, se obține:

$$A \geqslant F/\sigma_{ca} = 30\,000 : 400 = 75\,\text{cm}^2.$$

Deci un bloc de susținere trebuie să aibă o secțiune de $A/4 = 75 : 4 = 18{,}75$ cm².

7.3. CALCULUL LA FLAMBAJ

La sprijinirea unui tavan reprezentînd o sarcină de 10 tf se utilizează un stîlp rotund de oțel, înalt de 3,6 m. Să se verifice dacă acest stîlp rezistă la flambaj, în cazul cînd se ia coeficientul de siguranță $c = 4$.

În cazul de față sarcina de flambaj devine: $F_k = 4 \cdot 10\,000 = 40\,000$ kgf.

Introducînd în formula lui Euler (3) valorile cunoscute, luînd $E = 2\,000\,000$ kgf/cm², momentul de inerție al secțiunii rotunde fiind $I = \pi d^4/64 = 0{,}05\,d^4$, iar stîlpul avînd ambele extremități libere, se obține:

$$F_k = \frac{\pi^2 EI}{l_k^2} = \frac{3{,}14^2 \cdot 2\,000\,000 \cdot 0{,}05\,d^4}{360^2} = 40\,000\,\text{kgf},$$

de unde:

$$d^4 = \frac{40\,000 \cdot 360^2}{10 \cdot 2\,000\,000 \cdot 0{,}05} = 4 \cdot 36^2.$$

Extrăgînd rădăcina pătrată, rezultă: $d^2 = 2 \cdot 36 = 72$, de unde $d = \sqrt{72} \approx 8{,}5$ cm

Pentru a se verifica dacă formula lui Euler a fost corect aleasă, se calculează coeficientul de subțirime λ, care este dat de relația: $\lambda = l_k/i$,

în care i este raza de girație a cărei valoare este $i^2 = \dfrac{I}{A} = \dfrac{\pi d^4}{\pi \dfrac{d^2}{4} 64} = \dfrac{d^2}{16}$,

de unde

$$i = \sqrt{\frac{d^2}{16}} = \frac{d}{4} = \frac{8{,}5}{4}.$$

Înlocuind în expresia lui λ valorile cunoscute, se obține: $\lambda = \dfrac{l_k}{i} = \dfrac{360 \cdot 4}{8{,}5} = 169.$

Deoarece coeficientul de subțirime este mai mare de 89 (v. tabela 2.6), înseamnă că formula lui Euler a fost aplicată corect.

7.4. CALCULUL LA ÎNCOVOIERE

1. O bară de oțel rotundă, lungă de 24 cm, este sprijinită la ambele capete pe reazeme. Să se determine diametrul barei, cunoscînd că la mijlocul ei acționează o sarcină $F = 2\,000$ kgf și că rezistența admisibilă $\sigma_{ia} = 600$ kgf/cm².

Momentul maxim de încovoiere, în acest caz, este dat de relația:

$$M_{max} = Fl/4 = 2\,000 \cdot 24 : 4 = 12\,000\ \text{kgf} \cdot \text{cm}.$$

Modulul de rezistență al barei rezultă din relația $W = \dfrac{M_{max}}{\sigma_{ia}} = \dfrac{12\,000}{600} = 20$ cm³.

Modulul de rezistență al unei secțiuni circulare este: $W = \dfrac{\pi d^3}{32}$.

Din ultimele două relații rezultă $W = \dfrac{\pi d^3}{32} = 20$ cm³, de unde

$$d = \sqrt[3]{\frac{20 \cdot 32}{3{,}14}} \approx 5{,}9\ \text{cm}.$$

2. O grindă de brad cu secțiune dreptunghiulară, lungă de 2,4 m, este încastrată într-un perete la una din extremități. Asupra acestei grinzi acționează o sarcină uniform repartizată de 150 kgf pe fiecare metru de lungime și o forță de 600 kgf aplicată la 1,6 m de la încastrare. Se cere să se calculeze dimensiunile grinzii astfel ca dimensiunile ei să fie cele mai economice.

Cunoscînd că secțiunea cea mai periculoasă a unei console încărcată cu forțe care lucrează în același sens este în dreptul încastrării (și că forțele lucrează în planul $y-y$), modulul de rezistență al secțiunii se determină cu formula (4) : $W = \dfrac{M_{max}}{\sigma_{ia}}$.

În această formulă se înlocuiește σ_{ia} = 110 kgf/cm² (pentru lemnul de brad) și momentul încovoietor pentru secțiunea de încastrare prin relația :

$$M_{max} = 600 \cdot 160 + 150 \cdot 2{,}4 \cdot 120 = 139\,200 \text{ kgf} \cdot \text{cm}.$$

Înlocuind în relația precedentă această valoare, se obține :

$$W_x = M_{max}/\sigma_{ia} = 139\,200/110 = 1\,265 \text{ cm}^3.$$

Pentru stabilirea laturilor grinzii, astfel ca dimensiunile să fie cele mai economice, se ține seama că din punctul de vedere al rezistenței la încovoiere, secțiunea dreptunghiulară este cea mai economică cînd $h/b = 7/5$.

Deoarece pentru o secțiune dreptunghiulară modulul de rezistență este dat de relația :

$$W_x = bh^2/6$$

și ținînd seama și de raportul dintre laturile grinzii ($h/b = 7/5$), se poate scrie :

$$W_x = 5 \cdot h \cdot h^2/(7 \cdot 6) = 5 \cdot h^3/42 = 1\,265 \text{ cm}^3,$$

de unde $$h = \sqrt[3]{1\,265 \cdot 42 : 5} \approx 22 \text{ cm}$$

și $$b = 5h/7 = 5 \cdot 22 : 7 = 110 : 7 \approx 16 \text{ cm}.$$

7.5. CALCULUL LA RĂSUCIRE

Într-un atelier se folosește ca arbore de transmisie o țeavă cu diametrul exterior de 120 mm și diametrul interior de 50 mm. Să se calculeze rezistența maximă în materialul arborelui, cunoscînd că prin aceasta se transmit 300 CP, cu 150 rot/min.

Momentul de răsucire pe care-l transmite arborele este dat de relația

$$M_r = 71\,620\; P/n = 71\,620 \cdot 300 : 150 = 143\,240 \text{ kgf} \cdot \text{cm}.$$

Modulul de rezistență la răsucire (polar) al arborelui este dat de relația

$$W_p = 0{,}2\,\frac{D^4 - d^4}{D} = 0{,}2\,\frac{12^4 - 5^4}{12} = 335 \text{ cm}^3.$$

Introducînd aceste rezultate în formula (6), se deduce valoarea maximă a rezistenței tangențiale $\tau_r = M_r/W_p = 143\,240 : 335 \approx 430$ kgf/cm².

Folosind pentru arborele de transmisie un material cu rezistența admisibilă la răsucire de 500 kgf/cm², avem certitudinea că dimensionarea arborelui este bună.

7.6. CALCULUL LA FORFECARE

1. Să se determine forța necesară pentru ștanțarea unui disc din tablă de oțel OL—60, cu diametrul d = 50 mm și grosimea de 3 mm.

Suprafața de ștanțat este dată de relația $A = \pi dh = 3{,}14 \cdot 5 \cdot 0{,}3 = 4{,}71$ cm².
Rezistența la forfecare $\tau_f = 0{,}8\sigma_r = 0{,}8 \cdot 6\,000 = 4\,800$ kgf/cm².

Cunoscînd că forța de forfecare este dată de relația (7) $\sigma_f = T/A$, prin înlocuirea lui τ_f și A cu valorile corespunzătoare, se obține $T = \tau_f A = 4\,800 \cdot 4{,}71 = 22\,608$ kgf.

2. Un bulon din oțel moale este supus la tracțiune cu o forță F = 12 000 kgf. Să se determine diametrul d al bulonului, precum și diametrul D și înălțimea h ale capului său, dacă se cunosc rezistențele admisibile : σ_f = 900 kgf/cm², σ_{str} = 900 kgf/cm² și $\tau_{fa} = 0{,}8\,\sigma_r$.

Diametrul d al bulonului se determină calculîndu-l la tracțiune. Suprafața secțiunii A, corespunzătoare diametrului interior al filetului, se deduce din ecuația :

$$A = F/\sigma_r = 12\,000 : 900 = 13{,}3 \text{ cm}^2.$$

Se alege un bulon de 2″, avînd A = 14,9 cm², diametrul exterior al filetului egal cu 50,3 mm și diametrul interior al filetului 43,6 mm.

Diametrul D al capului se calculează la strivirea care se produce pe suprafața inelară care înconjoară bulonul și cu care capul bulonului se sprijină pe reazemul său. Diametrul D al acestei suprafețe inelare este cel căutat, iar diametrul interior este egal cu diametrul exterior al bulonului, adică cu 5,03 cm.

Calculul la strivire se prezintă sub forma $\pi/4\,(D^2 - 5{,}03^2)\sigma_{str} = F$,

de unde $$D^2 = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{F}{\sigma_{str}} + 5{,}03^2 = 42{,}3 \text{ cm}^2 \text{ sau } D = \sqrt{42{,}3} = 6{,}5 \text{ cm}.$$

Înălțimea h a capului bulonului se determină printr-un calcul de forfecare. În acest caz, forfecarea se produce pe suprafața cilindrică a bulonului. Înălțimea acestei suprafețe este egală cu înălțimea h a capului, iar diametrul ei cu diametrul interior al filetului, adică cu 4,36 cm.

Suprafața laterală a acestui cilindru este $\pi dh = \pi \cdot 4{,}36 \cdot h$.

Înmulțind această expresie cu rezistența admisibilă la forfecare $\tau_a = 0{,}8\,\sigma_r$ și egalînd rezultatul obținut cu forța de forfecare $T = F$, se obține relația care servește pentru determinarea lui h $0{,}8 \cdot 900\,\pi \cdot 4{,}36 \cdot h = 12\,000$, de unde $h = 1{,}2$ cm.

Capitolul **3**

ORGANE DE MAŞINI

Oricare maşină, aparat sau mecanism este constituit din părţi distincte asamblate între ele, care, după funcţia pe care o îndeplinesc, se clasifică în cîteva grupe principale.

Grupele principale de organe sau elemente de maşini care se întîlnesc în mod curent în construcţiile de maşini şi aparate sînt următoarele :

elemente de asamblare : şuruburi, piuliţe, nituri, ştifturi, cuie spintecate, pene etc. ;

organe pentru mişcarea de rotaţie : axe, arbori, bolţuri, bucşe, lagăre etc. ;

organe pentru transformarea mişcării : arbori cotiţi, mecanisme bielă-manivelă, organe culisante (oscilante sau rotitoare), excentrice etc. ;

organe pentru transmiterea mişcării : curele, roţi pentru curele, angrenaje (formate din roţi dinţate cilindrice, roţi conice, melc şi roată melcată), lanţuri, arbori flexibili, articulaţii (normale, cardanice) etc. ;

organe pentru mecanisme de cuplare : cuplaje de fricţiune, cuplaje cu gheare etc.

În cuprinsul acestui capitol sînt arătate o mare parte din aceste organe de maşini şi în special cele standardizate, prin STAS-urile respective.

1. ŞURUBURI

1.1. GENERALITĂŢI

Şurubul este un element de maşină folosit, în general, la asamblările demontabile.

După funcţia pe care o au, şuruburile se clasifică în :

a) **Şuruburi de strîngere şi fixare.** Acestea sînt cele mai des utilizate la asamblări demontabile (de exemplu fixarea capacelor pe carcase, fixarea tabelelor pe rame metalice etc.) şi uneori pentru închidere (de

exemplu, dopurile pentru închiderea găurilor filetate pentru scurgerea lichidelor din corpurile pompelor de ulei).

b) **Şuruburi de reglare.** Se folosesc în mod obişnuit la schimbarea poziţiei, între anumite limite, a unor piese, de exemplu, şuruburile pentru aranjarea în plan orizontal a unui instrument de măsurat).

c) **Şuruburi de mişcare.** Se utilizează de obicei la deplasarea diferitelor elemente sau organe de maşini (de exemplu, şuruburile conducătoare ale săniilor maşinilor-unelte, axele principale filetate de la presele cu fricţiune, axele filetate de la cricuri etc.).

d) **Şuruburi de măsurare.** Se folosesc în general în construcţia instrumentelor de măsurat de mare precizie (de exemplu la micrometre).

După forma capului şi modul de strîngere a şurubului (cu cheie deschisă, cu cheie tubulară, cu şurubelniţă etc.), se deosebesc : şuruburi cu cap hexagonal, cu cap pătrat, cu cap ciocan, cu cap tronconic, cu cap cilindric, cu cap semirotund, cu cap crestat etc.

După poziţia capului faţă de piesă, şurubul poate fi cu cap aparent, cu cap semiînecat sau cu cap înecat.

Din punctul de vedere al materialului în care se înşurubează, se deosebesc : *şuruburi pentru metale* (sau mecanice), *şuruburi pentru lemn* etc.

Pentru a împiedica rotirea şurubului în găurile din piesele asamblate, se folosesc şuruburi cu gît pătrat sau şuruburi cu nas.

Şurubul care are ambele extremităţi filetate, din care una se înşurubează într-o gaură filetată a uneia din piesele asamblate, iar cealaltă trece liber printr-o gaură străpunsă, netedă, a celeilalte piese, asamblarea pieselor făcîndu-se cu ajutorul unei piuliţe înşurubate pe această din urmă extremitate, se numeşte *prezon* sau *şurub-prizonier.*

Prezoanele standardizate pînă în prezent sînt : prezoanele pentru înşurubat în oţel (STAS 3953-67), prezoanele pentru înşurubat în fontă (STAS 4551-67), şi prezoanele pentru înşurubat în aliaje de aluminiu (STAS 4552-67). Oţelurile folosite în mod obişnuit la fabricarea prezoanelor sînt OL 37, OL 50 şi oţelul pentru automate.

Şuruburile pentru lemn au stabilite condiţiile generale prin STAS 1755-71. Materialele folosite pentru aceste şuruburi sînt : oţelul OL 37, în colaci, tras la dimensiunea necesară ; oţelul OL 37, în bare pentru şuruburile cu cap pătrat şi hexagonal de 16 şi 20 mm şi alamă 1/2 t în colaci, STAS 390-70/Am 63, STAS 95-75.

După caracteristicile filetelor respective, şuruburile mai au şi următoarele denumiri : şuruburi milimetrice, şuruburi trapezoidale, şuruburi stînga, şuruburi cu două începuturi etc.

1.2. CALCULUL ȘURUBURILOR

Pentru calculul șuruburilor se notează cu:
F — sarcina axială la tracțiune, în kgf;
T — sarcina de forfecare, în kgf;
d — diametrul nominal al filetului, în cm;
d_1 — diametrul interior al filetului, în cm;
A — secțiunea miezului, în cm²;
σ_a — rezistența admisibilă la tracțiune, în kgf/cm²;
τ_{fa} — rezistența admisibilă la forfecare, în kgf/cm².

1.2.1. **Solicitarea la tracțiune.** Calculul șurubului se face pentru secțiunea miezului cu diametrul interior d_1. Cunoscînd sarcina axială care solicită șurubul și rezistența admisibilă a materialului din care este confecționat, diametrul d_1 se obține din relația

$$F = A\,\sigma_a = \frac{\pi d_1^2}{4}\cdot\sigma_a\,[\text{kgf}], \tag{1}$$

de unde

$$d_1 = \sqrt{\frac{4F}{\pi\sigma_a}}\,[\text{cm}]. \tag{2}$$

Rezistențele la tracțiune admisibile pentru șuruburi au următoarele valori:

$\sigma_a = 480 \ldots 600$ kgf/cm² pentru șuruburi din oțel cu

$$\sigma_r = 35 \ldots 45 \text{ kgf/mm}^2;$$

$\sigma_a = 600 \ldots 800$ kgf/cm² pentru șuruburi executate la strung sau la automate, din oțel cu $\sigma_r = 50 \ldots 70$ kgf/mm².

Exemplu: Să se calculeze diametrul nominal d al unui șurub care suportă o sarcină de tracțiune axială de 250 kgf și este confecționat dintr-un oțel cu o rezistență admisibilă la tracțiune $\sigma_a = 500$ kgf/cm².

Introducînd datele cunoscute în formula (2) se obține următoarea valoare pentru diametrul interior d_1 al șurubului $d_1 = \sqrt{\frac{4F}{\pi\sigma_a}} = \sqrt{\frac{4\cdot 250}{3{,}14\cdot 500}} = 0{,}797$ cm.

În tabela filetelor metrice pentru diametre de 6—68 mm (STAS 510—74), se găsește că diametrul interior $d_1 = 0{,}805$ cm. Se va folosi deci un șurub M 10.

Sarcini admisibile la tracțiune pentru șuruburi. În tabela 3.1 sînt date sarcinile admisibile, în kgf, corespunzătoare diferitelor valori ale rezistenței admisibile la tracțiune, pentru șuruburile metrice (cu diametre de la M6—M48).

Exemplu: Se cere să se găsească ce sarcină admisibilă la tracțiune revine unui șurub M 16 care este confecționat dintr-un oțel cu o rezistență admisibilă de 800 kgf/cm².

În tabela 3.1, la intersecția liniei corespunzătoare șurubului cu diametrul nominal M 16, cu coloana rezistenței admisibile de 800 kgf/cm², se găsește sarcina admisibilă la tracțiune de 1 200 kgf.

Tabela 3.1. **Sarcini admisibile pentru șuruburi cu filet metric, kgf**

Filet metric normal STAS 510-74	Sarcini la tracțiune F kgf, pentru σ_a, kgf/cm² de:		
	500	800	1 200
M 6	96	152	228
M 8	173	277	416
M 10	275	440	660
M 12	400	640	960
M 16	750	1200	1 800
M 20	1 945	3 112	4 688
M 24	2 760	4 416	6 624
M 30	4 435	7 095	10 644
M 36	6 428	10 285	15 428
M 42	8 837	14 169	21 208
M 48	11 627	18 604	27 900

1.2.2. **Solicitarea la compresiune.** Calculul la compresiune al șuruburilor este identic cu calculul la tracțiune și atît formulele cît și valorile rezistențelor admisibile sînt aceleași.

1.2.3. **Solicitarea la tracțiune și răsucire (torsiune).** Cînd șuruburile sînt strînse sub o sarcină mai accentuată, se naște și un moment de răsucire. Practic, se admit pentru acest caz rezistențele admisibile indicate la tracțiune, reduse în raportul 3/4:

$\sigma_a = 360 \ldots 450$ kgf/cm² pentru șuruburi din oțel cu

$$\sigma_r = 35 \ldots 45 \text{ kgf/mm}^2;$$

$\sigma_a = 450 \ldots 600$ kgf/cm² pentru șuruburi din oțel cu

$$\sigma_r = 50 \ldots 70 \text{ kgf/mm}^2.$$

1.2.4. **Solicitarea la compresiune și răsucire.** Rezistențele admisibile sînt identice cu cele arătate în cazul precedent.

1.2.5. Solicitarea la forfecare. Pentru şuruburile cu o singură secţiune supusă la forfecare (fig. 3.1) diametrul interior al şuruburilor se obţine din formula:

$$F = A\,\tau_{fa} = \frac{\pi d_1^2}{4}\,\tau_{fa}, \qquad (3)$$

de unde

$$d_1 = \sqrt{\frac{4F}{\pi \tau_{fa}}}\ [\text{cm}]. \qquad (4)$$

Pentru şuruburile cu două secţiuni supuse la forfecare (fig. 3.2), formulele (3) şi (4), devin $F = 2A\,\tau_{fa} = \frac{\pi d_1^2}{2}\,\tau_{fa}$ (5)

şi

$$d_1 = \sqrt{\frac{2}{\pi}\frac{F}{\tau_{fa}}}. \qquad (6)$$

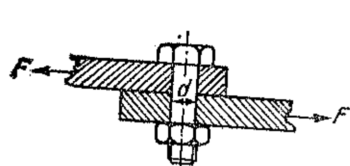


Fig. 3.1.

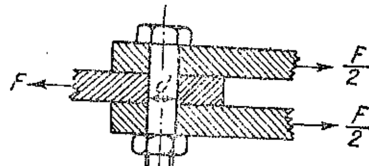


Fig. 3.2.

Rezistenţele admisibile la forfecare au următoarea valoare (rezultată din experimentări practice) $\tau_{fa} = 0{,}577\ \sigma_a$, în care σ_a are valorile indicate pentru cazul solicitării şuruburilor la tracţiune.

După ce se calculează diametrul interior al şurubului după formula (4) sau (6), se identifică în standarde şurubul căruia îi corespunde un diametru interior imediat superior; acesta este şurubul care trebuie folosit pentru asamblare.

Exemplu: Un şurub pentru asamblarea unor bare dispuse ca în fig. 3.2 este supus unei sarcini transversale de 1 840 kgf. Să se determine diametrul nominal al şurubului, cunoscînd că este executat din oţel cu o rezistenţă admisibilă $\sigma_a = 800$ kgf/cm².

Introducînd în formula (6) valorile lui $F = 1\,840$ kgf şi $\tau_{fa} = 0{,}577\ \sigma_a = 0{,}577 \cdot 800 \approx 460$ kgf/cm², se obţine: $d_1 = \sqrt{\frac{2}{\pi}\frac{F}{\tau_{fa}}} = \sqrt{\frac{2}{3{,}14}\cdot\frac{1\,840}{460}} = 1{,}595$ cm.

În STAS 510-74, pentru filete metrice (diametre 6—68 mm), se găseşte că diametrul interior imediat superior este de 1,675 cm, care corespunde unui şurub cu diametrul nominal de 20 mm. Se va alege deci un şurub M 20.

1.3. FORME ŞI DIMENSIUNI

În tabela 3.4 sînt arătate diferitele tipuri de şuruburi standardizate.

Cel mai des folosite sînt şuruburile cu cap hexagonal. Ele se fixează în piese fie direct, fie cu ajutorul piuliţelor.

Şuruburile cu capul pătrat sînt folosite de obicei în cazul înşurubărilor şi desfacerilor frecvente, cum este cazul la dispozitivele de prindere pentru prelucrări la maşini-unelte.

Şuruburile cu cap ciocan au multiple utilizări, după forma capului cu care sînt prevăzute. Astfel, în forma paralelipipedică simetrică, se folosesc la strîngerea pieselor de prelucrat pe masa maşinilor-unelte, iar sub formă asimetrică se utilizează la strîngerea pieselor în dispozitive de lucru sau pe maşini.

În construcţia de maşini, aparate etc., se folosesc deseori şi şuruburile cu cap semirotund, bombat, aplatisat, semiînecat sau înecat. Pentru strîngere, capul acestor şuruburi este prevăzut cu crestătură sau adîncitură în formă de cruce, în care se introduce capătul unei şurubelniţe cu forma corespunzătoare.

Ca forme speciale de şuruburi sînt şi cele cu cap fluture, care se rotesc uşor cu mîna, şuruburile cu ochi şi şuruburile cu inel.

Pentru solidarizarea batiurilor maşinilor pe fundaţiile de beton se folosesc şuruburile pentru fundaţii.

Şuruburile de strîngere filetate la ambele capete, şuruburile distanţiere şi prezoanele (şuruburile prizoniere) sînt şuruburi fără cap.

Şuruburile pentru lemn se execută cu cap pătrat, hexagonal, semiînecat, înecat şi rotund. Pentru asamblarea pieselor din lemn se mai folosesc şuruburi cu piuliţă, şuruburi cu cap bombat sau semirotund şi gît pătrat sau cu nas.

Vîrfurile şuruburilor au forme diferite după modul de prelucrare a şuruburilor sau după scopul în care acestea sînt folosite. Astfel se pot distinge: şuruburile cu vîrf plat, bombat, tronconic, cu cep. Vîrfurile de şuruburi sînt standardizate prin STAS 4924-69.

Terminarea filetului la şuruburi necesită degajări între partea filetată şi corpul nefiletat pentru a face posibilă scăparea sculei care taie filetul, precum şi pentru ca să micşoreze efectul de concentrare a tensiunilor. Dimensiunile acestor degajări atît pentru filetul exterior cît şi pentru cel interior sînt indicate în STAS 3508-70.

Dimensiunile standardizate ale şuruburilor folosite în mod curent sînt arătate în tabelele 3.5—3.11.

În tabela 3.12 sînt indicate găurile de trecere pentru şuruburi cu filet metric iar în tabela 3.13 sînt date lungimile de filetare, adîncimile de găuri filetate şi terminările de filete şi şplinturi.

Locaşurile pentru şuruburi sînt standardizate, atît cele pentru şuruburi cu cap cilindric (STAS 5783-65), cît şi cele pentru şuruburi cu cap înecat şi semiînecat (STAS 5782-65).

1.4. CARACTERISTICI MECANICE

Şuruburile, prezoanele şi ştifturile filetate se execută conform STAS 2700/3-69 în 11 grupe de caracteristici mecanice. Alegerea mărcii de oţel şi a tratamentului termic corespunzător, în vederea realizării caracteristicilor mecanice prescrise, se lasă la latitudinea uzinei producătoare.

Fiecare grupă de caracteristici mecanice se execută în categoriile de execuţie prevăzute în tabela 3.2 : grosolane, semiprecise şi precise.

Tabela 3.2 **Clasificarea şuruburilor, prezoanelor şi ştifturilor filetate**

Categoria de execuţie	Grupa de caracteristici mecanice									
	4,6	4,8	5,6	6,6	6,8	6,9	8,8	10,9	12,9	14,9
Precise	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Semiprecise	×	×	×	×	×	×	×			
Grosolane	×	×								

Simbolul unei grupe de caracteristici mecanice pentru şuruburi, prezoane şi ştifturi filetate se compune din două numere :

— primul număr reprezintă 1/10 din rezistenţa minimă de rupere la tracţiune, exprimată în kgf/mm²;

— cel de al doilea număr reprezintă, în procente, 1/10 din raportul dintre limita de curgere (convenţională sau aparentă) şi rezistenţa minimă de rupere la tracţiune.

Prin înmulţirea celor două numere se obţine limita de curgere (convenţională sau aparentă) în kgf/mm².

Cele 11 grupe de caracteristici mecanice se referă la şuruburile, prezoanele şi ştifturile filetate executate din oţeluri nealiate sau slab aliate, cu diametrul nominal al filetului mai mic sau egal cu 39 mm şi pentru care se impun caracteristici mecanice. Pentru organele de asamblare filetate cu diametrul nominal al filetului mai mare de 39 mm, caracteristicile mecanice se stabilesc de comun acord între producător şi beneficiar.

Valorile caracteristicilor mecanice corespunzătoare fiecărei grupe sînt indicate în tabela 3.3.

1.5. ALEGEREA MATERIALULUI

La alegerea oţelurilor pentru şuruburi se ţine seamă de caracteristicile mecanice impuse acestora, conform tabelelor 3.2 şi 3.3.

Tabelul 3.3. **Caracteristicile mecanice ale grupelor de şuruburi, prezoane şi ştifturi filetate**

Nr. crt.	Caracteristica mecanică			Grupa de caracteristici mecanice										
				4.6	4.8	5.6	5.8	6.6	6.8	6.9	8.8	10.9	12.9	14.9
1	Rezistenţa de rupere la tracţiune R, kgf/mm²		min	40		50		60			80	100	120	140
			max.	55		70		80			100	120	140	160
2	Duritatea Brinell		min.	110		140		170			225	280	330	390
			max.	170		215		245			300	365	425	—
3	Duritatea Rockwell	*HRB*	min.	63		78		88			—	—	—	—
			max.	88		97		102			—	—	—	—
		HRC	min.	—		—		—			18	27	34	40
			max.	—		—		—			31	38	44	49
4	Duritatea Vickers *HV* 30		min.	110		140		170			225	280	330	397
			max.	170		215		245			300	367	443	510
5	Limita de curgere aparentă R_e, kgf/mm²		min.	24	32	30	40	36	48	—	—	—	—	—
6	Limita de curgere convenţională $R_{0,2}$, kgf/mm²		min.	—	—	—	—	—	—	54	64	90	108	126
7	Rezistenţa la sarcina de încercare	Tensiunea de încercare σ_s, kgf/mm.		22,6	29,1	28,2	36,4	33,9	43,7	47,5	58,2	79,2	95,0	111
		σ_s/R_e sau $\sigma_s/R_{0,2}$ (informativ)		0,94	0,91	0,94	0,91	0,94	0,91	0,88	0,91	0,88	0,88	0,88
8	Alungirea la rupere A_5, %		min	25	14	20	10	16	8	12	12	9	8	7

În tabela 5 din STAS 2700/3-69 este arătat conținutul procentual al principalelor elemente pentru oțelurile corespunzătoare celor 11 grupe de caracteristici mecanice.

Informativ, șuruburile pentru metale, destinate utilizărilor curente, în scopuri necunoscute anticipat, se execută din oțeluri OL 37, OL 42, STAS 500-68. Pentru șuruburile destinate mașinilor de precizie, cu condiții mai severe, se folosesc oțelurile OL 50, OL 60, oțelurile de îmbunătățire OLC 35, OLC 45, STAS 880-66 și oțelurile pentru automate cuprinse în STAS 1350-67. În construcția motoarelor pentru autovehicule și avioane sînt necesare oțeluri aliate ca de exemplu : 41 C 10, 33 MoC 11 STAS 791-66.

Pentru temperaturi între 230 și 480°C se recomandă oțelurile aliate cu crom, molibden și vanadiu ; între 480 și 650°C — aliaje Fe-Cr-Ni ; între 650 și 880°C — aliaje speciale pe bază de nichel, iar între 880 și 1100°C, aliaje Ni-Co.

Prin tratamente termice de îmbunătățire sau călire, după categoria oțelului, se obține o creștere considerabilă a rezistenței.

Șuruburile pentru lemn se execută în general din OL 37, STAS 600-68 sau sîrmă de alamă Am 63 1/2 tare, STAS 390-70.

Pentru organele filetate mai pot fi folosite alamele Am 58, Am 60, aliaje Al-Mg și Al-Cu-Mg.

1.6. NOTAREA ORGANELOR DE ASAMBLARE FILETATE

Notarea organelor de asamblare filetate trebuie să cuprindă următoarele date : denumirea prescurtată, simbolul filetului (diametru, pas, toleranță, sens), lungimea (la șuruburi, prezoane, știfturi filetate), forma specială de execuție (la șuruburi cu cap hexagonal și prezoane conform STAS 4942-73, la piulițe conform standardelor dimensionale), STAS ... (numărul standardului dimensional), simbolul grupii de caracteristici mecanice, alte indicații referitoare la acoperiri metalice.

Astfel, un șurub precis, cu cap hexagonal conform STAS 4272-70, cu filet M12 × 1, cu abateri limită ale filetului conform cîmpului de STAS 8165-68, sensul filetului stînga, lungimea 100 mm, avînd capul hexagonal crestat și gaură pentru splint conform STAS 4942-73 și caracteristici mecanice conform grupei 6.8, se va nota :

ȘURUB M12 × 1 — 6e — stg × 100 cG STAS 4272-70 grupa 6.8

Această notare se poate simplifica prin nemenținerea următoarelor caracteristici : pasul filetului — în cazul filetelor cu pasul normal (pînă la M68) sau cu pasul de 6 mm (pentru filetele cu pas fin mai mari de M68), simbolul cîmpului de toleranță al filetului — în cazul în care

cîmpul de toleranță prevăzut corespunde cu cel indicat în tabela 4 din standardul 2700/2-69 pentru categoria de execuție respectivă, sensul filetului — la filetele dreapta, simbolul formei speciale de execuție — la organele de asamblare filetate care nu au forme speciale de execuție și simbolul grupei de caracteristici mecanice — la organele de asamblare filetate pentru care nu se impun caracteristici mecanice și care sînt executate din oțel.

Astfel, un șurub semiprecis, cu cap hexagonal conform STAS 6220-69, cu filet M12, cu abateri limită ale filetului conform cîmpului 6e STAS 8165-68, sensul filetului dreapta, lungimea șurubului 100 mm, executat din oțel, se va nota :

Șurub M12 × 100 STAS 6220-69.

1.7. ABATERI LIMITĂ LA DIMENSIUNI

În funcție de abaterile limită admise la dimensiuni, organele de asamblare filetate se execută în trei categorii : precise, semiprecise și grosolane.

Abaterile limită la dimensiunile și toleranțele de formă și de poziție se stabilesc în funcție de valorile nominale ale cotelor din standardele dimensionale. Ele sînt indicate în STAS 2700/2-69 (tabelele 1, 2 și 3). În același standard (tabela 4) sînt arătate simbolurile cîmpului de toleranță pentru diferite categorii de execuție ale șuruburilor, prezoanelor, știfturilor filetate și piulițelor.

1.8. RUGOZITATE

Valorile rugozității maxime a suprafețelor organelor de asamblare filetate sînt arătate pentru cele trei categorii de execuție (precisă, semiprecisă și grosolană) în STAS 2700/2-69 (tabela 6).

1.9. GĂURI DE TRECERE PENTRU ȘURUBURI

În tabela 3.12 sînt date, după STAS 3336-12, găurile de trecere, șuruburile, prezoanele etc. cu filet metric.

Diametrele găurilor de trecere se aleg din seriile prevăzute în tabelă.

Toleranțele la diametrul găurii de trecere vor fi :

— pentru seria fină : H 12

— pentru seria mijlocie : H 13 ;

— pentru seria grosolană : H 14.

Tabela 3.4. **Tipuri de şuruburi standardizate**

Nr. crt.	Schiţa	Denumirea	Precizia de execuţie	STAS
1		Şurub cu cap hexagonal	Grosolană Semiprecisă Precisă	920-69 6220-69 4272-70
2		Şurub cu cap hexagonal filetat pînă sub cap	Grosolană Semiprecisă Precisă	2117-69 6219-69 4845-70
3		Şurub cu cap hexagonal şi gît	Grosolană Semiprecisă Precisă	920-69 6220-69 4272-70
4		Şurub cu cap hexagonal cu scaun de aşezare	Semiprecisă Precisă	6220-69 4272-70
5		Şurub cu cap hexagonal cu scaun de aşezare şi gît de ghidare	Semiprecisă Precisă	6220-69 4270-70
6		Şurub cu cap hexagonal mic cu scaun de aşezare	Semiprecisă Precisă	6405-69 6403-70
7		Şurub cu cap hexagonal mic, cu scaun de aşezare şi gît de ghidare	Semiprecisă Precisă	6405-69 6403-70
8		Şurub cu cap hexagonal mic, cu scaun de aşezare filetat pînă sub cap	Semiprecisă Precisă	6406-69 6404-70
		Şuruburi cu locaş hexagonal		
9		Şurub cu cap cilindric, cu locaş hexagonal	Precisă	5144-70

Tabela 3.4 (continuare)

Nr. crt.	Schiţa	Denumirea	Precizia de execuţie	STAS
		Şuruburi cu cap pătrat		
10		Şurub cu cap pătrat	Grosolană	1472-69
11		Şurub cu cap pătrat şi guler	Precisă	4376-69
12		Şurub cu cap pătrat şi guler filetat pînă sub cap	Precisă	4923-69
13		Şurub cu cap pătrat, filetat pînă sub cap	Precisă	4461-69
14		Şurub cu cap pătrat mic	Precisă	4884-69
		Şuruburi cu cap ciocan		
15		Şurub cu cap ciocan şi gît pătrat	Grosolană	2568-71
16		Şurub cu cap ciocan cu nas	Grosolană	2568-71
		Şuruburi cu cap bombat, semirotund şi aplatisat		
17		Şurub cu cap semirotund şi nas	Grosolană	1470-70
18		Şurub cu cap bombat şi gît pătrat	Grosolană	925-70
19		Şurub cu cap bombat şi nas (pentru lemn)	Grosolană	1476-70

Tabela 3.4 (continuare)

Nr. crt.	Schiţa	Denumirea	Precizia de execuţie	STAS
		Şuruburi cu cap înecat		
20		Şurub cu cap înecat şi nas	Grosolană	1474–70
21		Şurub cu cap înecat şi gît pătrat (pentru metal)	Grosolană	1477–70
22		Şurub cu cap înecat şi gît pătrat (pentru lemn)	Grosolană	2349–70
		Şuruburi cu cap crestat		
23		Şurub cu cap înecat, crestat		2571–69
24		Şurub cu cap semiînecat, crestat		3167–69
25		Şurub cu cap cilindric, crestat		3954–69
26		Şurub cu cap cilindric bombat, crestat		4883–69
27		Şurub cu cap mic cilindric bombat, crestat		5383–70
28		Şurub cu cap mare cilindric bombat, crestat		5578-70

Tabela 3.4 (continuare)

Nr. crt.	Schiţa	Denumirea	Precizia de execuţie	STAS
		Şurub cu cap cilindric găurit		
29		Şurub cu cap cilindric găurit în cruce		4812-70
		Şuruburi diferite		
30		Şurub pentru canale T		1386-70
31		Şurub cu ochi		5451-70
32		Şurub cu şaibă şi piuliţă pentru curele		3955-70
33		Şurub cu cap-inel		3186-68
34		Şurub cu cap striat	Precisă	5302-69
35		Şurub cu cap striat şi guler	Precisă	5303-69
36		Şurub pentru roţi de căruţă		

Tabela 3.4 (continuare)

Nr. crt.	Schiţa	Denumirea	Precizia de execuţie	STAS
37		Şurub fără cap (capete de sudat)	Grosolană	2351-70
38		Şurub pentru fundaţii	Grosolană	2350-70
		Prezoane		
39		Prezon cu diametrul tijei egal cu diametrul exterior al filetului		3953-67 4551-67 4552-67 5487-67
40		Prezon înlocuitor (pentru înşurubat în fontă şi oţel)		5523-67
		Şuruburi pentru lemn		
41		Şurub cu cap pătrat pentru lemn		1455-71
42		Şurub cu cap hexagonal pentru lemn		1454-71
43		Şurub cu cap semiînecat pentru lemn		1453-71
44		Şurub cu cap înecat pentru lemn		1452-71
45		Şurub cu cap semirotund pentru lemn		1451-71

Tabela 3.5. **Şurub grosolan cu cap hexagonal (STAS 920-69)**

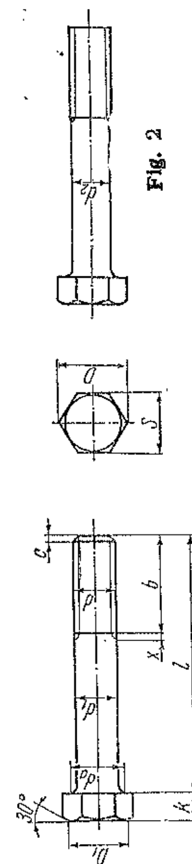


Fig. 1 Fig. 2

$D_1 \approx 0{,}95\ S$ d_2 — diametrul mediu al filetului

Exemplu de notare a unui şurub cu cap hexagonal, cu filet M10 având toleranţe 8 g, lungimea l=45 mm, din oţel:

Şurub M 10×45 STAS 920-69

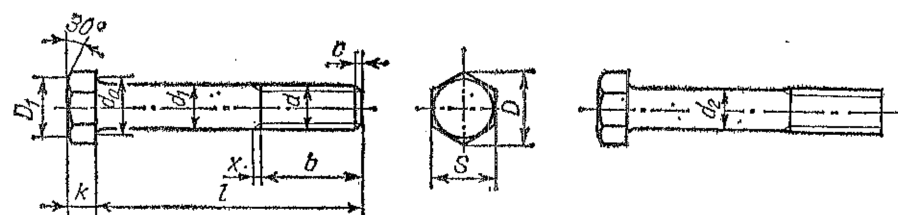
Dimensiuni în mm

Filet d		M6	M8	M10	M12	(M14)	M16	(M18)	M20	(M22)	M24	(M27)	M30	(M33)	M36	M42	M48
S nominal		10	13	17	19	22	24	27	30	32	36	41	46	50	55	65	75
D minim		10,9	14,2	18,7	20,9	23,9	26,2	29,6	33,0	35,0	39,6	45,2	50,9	55,4	60,8	72,1	83,4
K nominal		4,0	5,5	7,0	8,0	9,0	10	12	13	14	15	17	19	21	23	26	30
d_a maxim		7,2	10,2	12,2	15,2	17,2	19,2	21,2	24,4	26,4	28,4	32,4	35,4	38,4	42,4	48,6	56,6
d_1 nominal		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	33	36	42	48
b	1	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	72	78	90	102
	2	—	—	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	78	84	96	108
	3	—	—	—	49	53	57	61	65	69	73	79	85	91	97	109	121
l		Masa, kg/1000 buc. ≈															
nominal	abateri limită																
25 30	±1,05	7,3 8,4	 17,3														

35	±1,25	9,5	19,2	32,0													
40		10,6	21,1	35,1	50,0												
45		11,7	23,0	38,2	54,4	76,6											
50		12,8	24,9	41,3	58,8	82,6	109										
55	±1,50	13,9	26,8	44,4	63,2	88,6	117	154									
60		15,0	28,7	47,5	67,7	94,6	125	164	207								
65		16,1	30,6	50,6	72,0	101	133	174	219	269							
70		17,2	32,5	53,7	76,4	107	141	184	231	284	346						
75		18,3	34,4	56,8	80,8	113	149	194	243	299	364	488					
80			36,3	59,9	85,2	119	157	204	260	314	382	510	642				
90	±1,75			66,1	94,2	131	173	224	284	344	418	555	712	960			
100				72,3	103	143	189	244	308	374	454	600	768	1027	1180		
110				78,5	112	165	205	264	332	404	490	645	824	1094	1260	1790	
120				84,7	121	177	221	284	356	434	526	690	880	1161	1340	1900	2640
130	±2,00			90,9	130	189	237	304	380	464	562	735	936	1228	1420	2010	2780
140				97,1	139	201	253	324	404	494	598	780	992	1295	1500	2120	2920
150				103	148	213	269	344	428	524	634	825	1050	1362	1580	2230	3060
160				109	157	225	285	364	452	554	670	870	1100	1429	1660	2340	3200
180				121	175	249	317	404	501	614	742	960	1210	1563	1820	2560	3480
200	±2,30			133	193	273	349	444	550	674	814	1050	1320	1697	1980	2780	3760
220					211	297	381	484	599	734	886	1140	1430	1831	2140	3000	4040
240					229	321	413	524	648	794	958	1230	1540	1965	2300	3220	4320
260	±2,60				247	345	445	564	697	854	1030	1320	1650	2099	2460	3440	4600

Observaţii. 1. Dimensiunile înscrise în paranteze se vor evita pe cît posibil. 2. Abateri limită la lungimea filetată: $^{+2p}_{0}$ (p pasul filetului). *3.* Lungimea părţii filetate *b* are valorile indicate în rîndul 1 pentru şuruburile cu lungimile pînă la 125 mm, valorile indicate în rîndul 2 pentru şuruburi cu lungimi de la 125 ... 200 mm şi valorile indicate în rîndul 3 pentru şuruburi cu lungimi peste 200 mm. 4. Material: conform STAS 2700/3-69. *5.* Execuţie: filet metric, conform STAS 6564-67 cu precizia filetului conform STAS 8164-73; forme speciale de execuţie, conform STAS 4924-69; *c* — conform STAS 4924-69; *x* — conform STAS 3508/1-70; şuruburile pot fi executate cu tija la nivelul diametrului exterior al filetului (fig. 1) sau cu tija la nivelul diametrului mediu al filetului (fig. 2).

Tabela 3.6. **Şurub precis cu cap hexagonal (STAS 4272-70)**

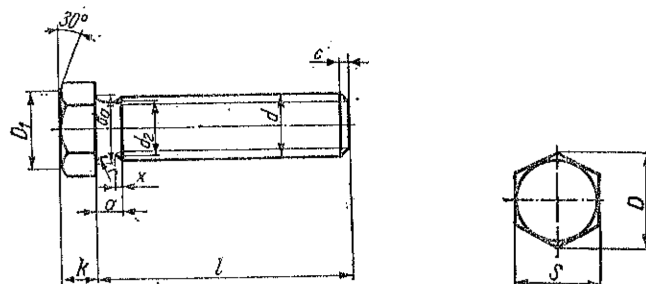


$d_2 \approx$ diametrul mediu al filetului; $D_1 \approx 0{,}95$ S.
x — conform STAS 3508-70; *c* — conform STAS 4924-69.
Exemplu de notare a unui şurub cu cap hexagonal, cu filet M10, cu lungimea $l = 50$ mm şi cu caracteristici mecanice conform grupei 6.8:
Şurub M 10 × 50 STAS 4272-70 grupa 6.8.
Dimensiuni în mm

Filet *d*	*S*	*D*	*k*	d_1	*r*		*b* 1	*b* 2	*b* 3
M 1,6	3,2	3,48	1,1	1,6	0,1	12—14	9		
M 2	4	4,38	1,4	2	0,1	12—14	10		
M 2,5	5	5,51	1,7	2,5	0,1	14—16	11		5
M 3	5,5	6,08	2	3	0,1	16—25	12		
M 4	7	7,74	2,8	4	0,2	20—60	14		
M 5	8	8,86	3,5	5	0,2	20—80	16		
M 6	10	11,05	4	6	0,25	25—80	18		
M 8	13	14,38	5,5	8	0,4	30—100	22		
M 10	17	18,90	7	10	0,4	35—160	26	32	
M 12	19	21,10	8	12	0,6	40—180	30	36	
(M 14)	22	24,49	9	14	0,6	45—200	34	40	
M 16	24	26,75	10	16	0,6	50—220	38	44	57
(M 18)	27	30,14	12	18	0,6	55—220	42	48	61
M 20	30	33,53	13	20	0,8	60—220	46	52	65
(M 22)	32	35,72	14	22	0,8	65—220	50	56	69
M 24	36	39,98	15	24	0,8	70—220	54	60	73
(M 27)	41	45,63	17	27	1,0	75—220	60	66	79
M 30	46	51,28	19	30	1,0	90—260	66	72	85
(M 33)	50	55,80	21	33	1,0	100—260	72	78	91
M 36	55	61,31	23	36	1,0	100—260	78	84	97
M 42	65	72,61	26	42	1,2	110—260	90	96	109
M 48	75	83,91	30	48	1,6	120—260	102	108	121

Obervaţii. 1. Lungimea filetului (*b*) are valoarea indicată în rîndul 1 pentru şuruburile cu lungimea (*l*), pînă la 125 mm, în rîndul 2 pentru şuruburi cu lungimea de la 125 mm la 200 mm şi în rîndul 3 pentru şuruburi cu lungimi peste 200 mm. *2.* Şuruburile pot fi executate cu tija la nivelul diametrului exterior al filetului (fig. 1) sau cu tija la nivelul diametrului mediu al filetului (fig. 2), la alegerea producătorului. *3.* Filet metric, conform STAS 6564-73. *4.* Material: conform STAS 2700/3-69. *5.* Lungimea *l* a şuruburilor creşte din 5 în 5 mm între 20 şi 80 mm, din 10 în 10 mm între 80 şi 200 mm şi din 20 în 20 mm între 200 şi 260 mm.

Tabela 3.7. **Şurub grosolan cu cap hexagonal, filetat pînă sub cap (STAS 2117-69)**



$D_1 \approx 0{,}95\ S$
d_2 = diametrul mediu al filetului

x — conform STAS 3508-70.
c — conform STAS 4924-69

Exemplu de notare a unui şurub cu cap hexagonal filetat pînă sub cap, cu filet M10 avînd toleranţe 8 g, cu lungimea l = 45 mm, din oţel:

Şurub M10×45 STAS 2117-69

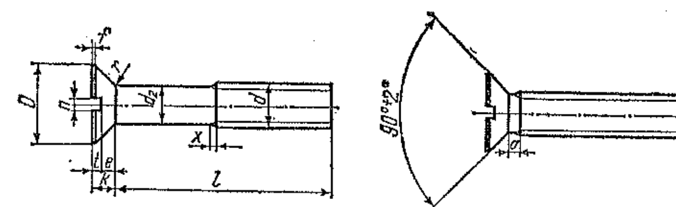
Dimensiuni în mm

d	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24
S nominal	10	13	17	19	24	30	36
D minim	10,9	14,2	18,7	20,9	26,2	33,0	39,6
k nominal	4,0	5,5	7,0	8,0	10	13	15
d_a maxim	7,2	10,2	12,2	15,2	19,2	24,4	28,4
a	3,5	4,0	5,5	6,0	7,0	8,0	9,0

l nominal	l abateri limită	Masa, kg/ 1000 buc. ≈						
		M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24
16	±0,90	5,7	12,6					
20	±1,1	6,6	14,2	24,4				
25		7,7	16,1	27,5	39,0	74,5		
30		8,8	18,0	30,6	43,4	82,5	146	
35		9,9	19,9	33,7	47,8	90,5	158	239
40		11,0	21,8	36,8	52,2	98,5	170	257
45	±1,2		23,7	39,9	56,6	106	182	275
50			25,6	43,0	61,0	114	194	293
55				46,1	65,4	122	206	311
60				49,2	69,8	130	218	329
65	±1,5				74,2	138	230	347
70					78,6	146	242	365
75					83,0	154	254	383
80					87,4	162	266	401

Observaţii. 1. Material: conform STAS 2700/3-69 2. Execuţie filet metric, conform STAS 6564-73, cu precizia filetului conform STAS 8164-68; forme speciale de execuţie, conform STAS 4924-69.

Tabela 3.8. **Şurub cu cap înecat crestat, semiprecis (STAS 2571-69)**



d_2 = diametrul mediu al filetului,
x — conform STAS 3508-70.

Exemplu de notare a unui şurub cu cap înecat crestat, filet M6, avînd cîmpul de toleranţă 6 g, cu lungimea l = 35 mm, cu caracteristici mecanice conform grupei 6.8:

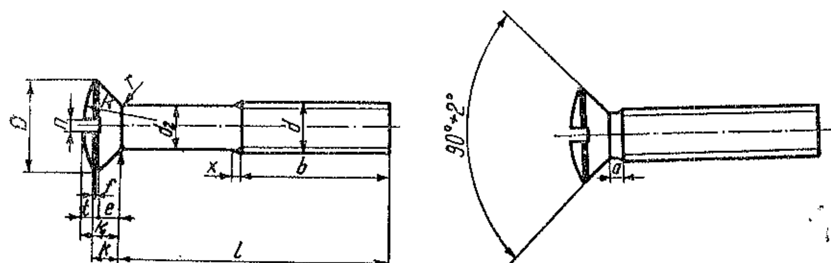
ŞurubM6×35 STAS 2571-69 grupa 6.8

Dimensiuni în mm

Filet d	D min.	D' (teoretic)	k min.	k max.	f	n nominal	n abateri limită	t min.	e min.	r ≈	a max.	l nominal
M 2,5	4,45	5,5	1,38	1,5	—	0,6	+0,20 +0,06	0,88	0,5	0,1	0,9	5—25
M 3	5,25	6,3	1,5	1,65		0,8		1,05	0,6		1	6—30
M 4	7,04	8,4	2,0	2,2		1		0,8	0,8	0,2	1,4	8—35
M 5	8,64	10	2,25	2,5	0,3	1,2		1	1		1,6	10—45
M 6	10,37	12	2,7	3		1,6		1,2	0,2	0,25	2	10—50
M 8	13,97	16	3,6	4	0,4	2	+0,31 +0,06	1,6	1,6	0,4	2,5	14—55
M 10	17,57	20	4,5	5		2,5		2	2		3	18—60
M 12	21,08	24	5,4	6		3		2,5	2,4			20—70
(M 14)	24,68	28	6,3	7	0,5			2,8	2,8	0,6	3,5	25—80
M 16	28,28	32	7,2	8		4		3,2	3,2			30—90
(M18)	31,78	36	8,1	9			+0,37 +0,07	3,6	3,6		4,5	35—100
M 20	35,38	40	9	10		5		4	4	0,8		40—120

Obersevaţii. 1. Material: conform STAS 2700/3,69. 2. Execuţie: filet metric, conform STAS 6564-73 cu precizia conform STAS 8165-68.

Tabela 3.9. **Şurub cu cap semiînecat crestat, semiprecis (STAS 3167-69)**



$d_2 \approx$ diametrul mediu al filetului; x — conform STAS 3508-70

Exemplu de notare a unui şurub cu cap semiînecat crestat, cu filet M 6, avînd cîmpul de toleranţă 6 g, cu lungimea $l = 35$ mm, cu caracteristici mecanice conform grupei 6.8:

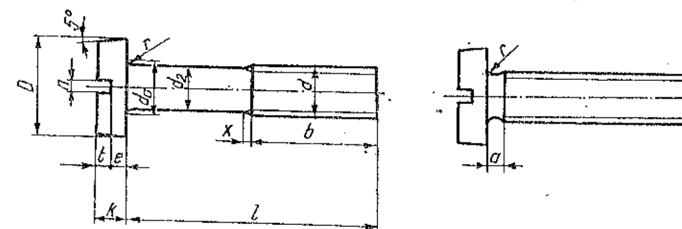
Şurub M6×35 STAS 3167-69 grupa 6.8

Dimensiuni în mm

Filet d	D min.	D' (teoretic)	k min.	k max.	k_1	f	R	n nominal	l nominal	t min.	e min.	r ≈	a max.
M 2,5	4,45	5,5	1,38	1,5	0,6	—	5	0,6	5—25	0,88	0,5	0,1	0,9
M 3	5,25	6,3	1,5	1,65	0,75		6	0,8	6—30	1,05	0,6		1
M 4	7,4	8,4	2,0	2,2	1	0,3	8	1	8—40	1,4	0,8	0,2	1,4
M 5	8,64	10	2,25	2,5	1,25		10	1,2	10—45	1,75	1		1,6
M 6	10,37	12	2,7	3	1,5	0,4	12	1,6	12—50	2,1	1,2	0,25	2
M 8	13,97	16	3,6	4	2	0,5	16	2	14—55	2,8	1,6		2,5
M 10	17,57	20	4,5	5	2,5		20	2,5	18—60	3,5	2	0,4	3
M 12	21,08	24	5,4	6	3		25	3	20—70	4,2	2,4	0,6	
(M 14)	24,68	28	6,3	7	3,5				25—80	4,9	2,8		3,5
M 16	28,28	32	7,2	8	4		32	4	30—90	5,6	3,2		
(M 18)	31,78	36	8,1	9	4,5				35—100	6,3	3,6		4,5
M 20	35,38	40	9	10	5		40	5	40—120	7	4	0,8	

Observaţii: *1.* Material: conform STAS 2700/3-69. *2.* Execuţie: filet metric, conform STAS 6564-73, cu precizia filetului conform STAS 8165-68.

Tabela 3.10. **Şurub cu cap cilindric crestat, semiprecis (STAS 3954-69)**



$d_2 \approx$ diametrul mediu al filetului; x — conform STAS 3508-70

Exemplu de notare a unui şurub cu cap cilindric crestat, cu filet M 5, avînd cîmpul de toleranţă 6 g, cu lungimea $l = 20$ mm, cu caracteristici mecanice conform grupei 6,8:

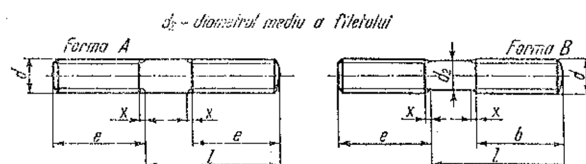
Şurub M 5×20 STAS 3954-69 grupa 6.8

Dimensiuni în mm

Filet d	D nominal	D abateri limită	k nominal	n nominal	t min.	e min.	r min.	d_a max.	a max.	l nominal
M 2,5	4,5	0 / −0,30	1,6	0,6	0,7	0,6	0,1	—	2	5—25
M 3	5,5		2	0,8	0,9	0,7		—	2,2	6—30
M 4	7	0 / −0,36	2,6	1	1,2	1	0,2	—	2,6	8—35
M 5	8,5		3,3	1,2	1,5	1,3		6,0	3	10—45
M 6	10		3,9	1,6	1,8	1,6	0,25	7,2	3,5	10—50
M 8	13	0 / −0,43	5	2	2,3	2,2	0,4	10,2	4	14—55
M 10	16		6	2,5	2,7	2,8		12,2	5,5	18—60
M 12	18		7	3	3,2	3,2	0,6	15,2	6	20—70
(M 14)	21	0 / −0,52	8	3	3,6	3,8		17,2	7	25—80
M 16	24		9	4	4	4,4		19,2		30—90
(M 18)	27		10	4	4,5	4,9		21,2	8	35—100
M 20	30		11	5	5	5,4	0,8	24,4		40—120

Observaţii. 1. Dimensiunile înscrise între paranteze se vor evita pe cît posibil. 2. Filet metric conform STAS 6564-73 cu precizia conform STAS 8165-68. *3.* Material: conform STAS 2700/3-69.

Tabela 3.11. **Prezon pentru oţel (STAS 3953-67)**



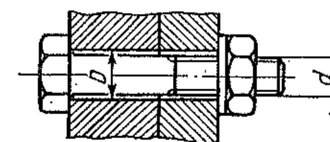
Dimensiuni în mm

d	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24
e	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
b	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54
	—	—	32	36	40	44	48	52	56	60

l nominal	*Masa prezoanelor kg/1000 buc.*									
(22)	5,20									
25	5,87									
(28)	6,54	12,1								
30	6,98	12,9								
(32)	7,42	13,7	22,4							
35	8,09	14,9	24,1	35,7						
(38)	8,76	16,1	25,9	38,3						
40	9,20	16,9	27,1	40,1	56,6					
45	10,3	18,8	30,1	44,6	62,6	84,5				
50	11,4	20,8	33,2	49,0	68,6	92,4	117			
55	12,4	22,5	35,9	53.4	74,7	100	127	163		
60	13,5	24,5	39,2	57,9	80,7	108	137	175	218	
65	14,6	26,5	42,1	61,2	86,8	116	147	188	233	279
70	15,8	28,5	45,2	65,6	92,8	124	157	200	247	296
75	16,9	30,5	48,3	70,1	97,3	132	167	212	262	314
80	18,0	32,5	51,4	74,5	104	139	177	225	277	332
(85)	19,1	34,5	54,4	78,9	110	146	183	233	286	341
90	20,2	36,5	57,5	83,4	116	154	193	246	301	359
(95)		38,5	60,6	87,8	122	162	203	258	316	377
100		40,5	63,7	92,3	128	169	213	270	331	395
(105)			66,8	96,7	134	177	223	282	346	418
110			69,9	101	140	185	233	295	360	430
(115)			73,0	106	146	193	243	307	375	448
120			76,0	110	152	201	253	320	390	466
(125)			79,1	114	158	209	263	332	405	484
130			82,2	118	164	217	273	344	420	501
140			88,4	127	176	233	293	369	450	537
155			94,5	136	188	248	313	394	480	572
160			101	145	200	264	333	418	510	608
170			107	154	212	280	353	443	539	643
180			113	163	225	296	373	467	569	679
190			119	172	237	311	393	492	599	714
200			125	181	249	327	413	517	629	750

Observaţii (tabela 3.11). *1.* Dimensiunile înscrise între paranteze se vor evita pe cît posibil. *2.* Valorile lungimii *b* din rîndul 1 corespunde lungimilor de prezoane pînă la 150 mm, iar cele din rîndul 2 lungimilor de prezoane peste 150 mm. *3.* Filet: pentru capătul filetat pe lungimea *b*, filet metric conform STAS 6564-73 cu toleranţe 6 g conform STAS 8164-68; pentru capătul filetat pe lungimea *e*, filet metric cu strîngere pe diametrul mediu, cu toleranţe conform STAS 5792-66. *4.* Ieşirea filetului *x* conform STAS 3508-65. *5.* Exemplu de notare a unui prezon pentru înşurubat în oţel, forma *B*, cu filet metric normal dreapta, avînd diametrul $d = 10$ mm şi lungimea $l = 60$ mm: **Prezon B—M10 × 60 STAS 3953-67.**

Tabela 3.12. **Găuri de trecere pentru şuruburi cu filet metric (STAS 3336-73)**
Dimensiuni în mm

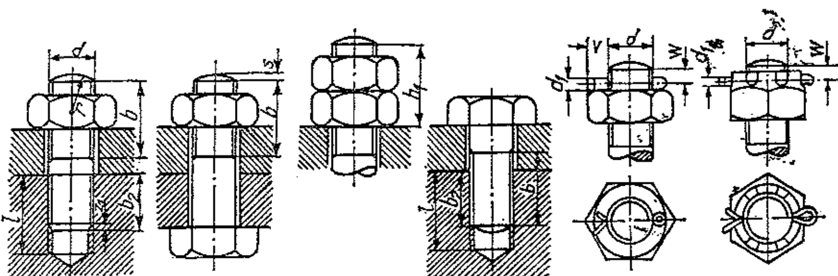


Diametrul filetului d	D Seria fină	D Seria mijlocie	D Seria grosolană	Diametrul filetului d	D Seria fină	D Seria mijlocie	D Seria grosolană
1	1,1	1,2	—	33	34	36	38
1,1	1,2	1,3	—	36	37	39	42
1,2	1,4	1,4	—	39	40	42	45
1,4	1,5	1,6	—	42	43	45	48
1,6	1,7	1,8	2	45	46	48	52
1,8	1,9	2,0	2,2	48	50	52	56
2	2,2	2,4	2,6	52	54	56	62
2,2	2,4	2,6	2,8	56	58	62	66
2,5	2,7	2,9	3,1	60	62	66	70
3	3,2	3,4	3,6	64	66	70	74
3,5	3,7	3,9	4,1	68	70	74	78
4	4,3	4,5	4,8	72	74	78	82
4,5	4,8	5	5,3	76	78	82	86
5	5,3	5,5	5,8	80	82	86	91
6	6,4	6,6	7	85	87	91	96
7	7,4	7,6	8	90	93	96	101
8	8,4	9	10	95	98	101	107
10	10,5	11	12	100	104	107	112
12	13	14	15	105	109	112	117
14	15	16	17	110	114	117	122
16	17	18	19	115	119	122	127
18	19	20	21	120	124	127	132
20	21	22	24	125	129	132	137
22	23	24	26	130	134	137	144
24	25	26	28	140	144	147	155
27	28	30	32	150	155	158	165
30	31	33	35	160	165	168	175

Observaţie. **În cazul în care este necesar să se evite contactul între suprafaţa de racordare dintre tijă şi capul şurubului şi muchia găurii de trecere, aceasta se va teşi.**

1.10. LUNGIMI DE FILETARE. ADÎNCIMI DE GĂURI FILETATE. TERMINĂRI DE FILETE ŞI ŞPLINTURI

Tabela 3.13. **Lungimi de filetare. Adîncimi de găuri filetate. Terminări de filete şi şplinturi**



Dimensiuni în mm

Diametrul filetului	Lungimea de filetare		Lungimea de înşurubare b_2				Adîncimea găurii de filet l				Terminare de filet			Şplinturi		
	Pentru o piuliţă	Pentru două piuliţe	ţel, bronz (1 d)	Fontă, alamă (1,3 d)	Zinc, aluminiu (2,5 d)	Mase plastice (2 d)	Oţel, bronz	Fontă, alamă	Zinc, aluminiu	Mase plastice	s	r	z_1	d_1	w	v
d	b	b_1														
M 3	8	10	3	4	8	6	6	7	—	9	0,5	0,5	0,5	0,8	1,5	3
M 3,5	9	11	3,5	4,5	9	7	6	7	—	10,5	0,6	3	0,6	0,8	1,5	3
M 4	10	13	4	5	10	8	7	8	—	12	0,7	3	0,8	1	1,8	4
M 5	12	15	5	6,5	13	10	8	10	16	15	0,9	4	0,8	1	1,8	4
M 6	15	18	6	8	15	12	10	12	19	18	1	5	1	1,5	2	5
M 8	18	22	8	10	20	16	13	15	25	24	1,5	6	1,2	2	3	6
M 10	22	25	10	13	25	20	16	19	32	28	1,7	8	1,5	2	3	6
M 12	25	32	13	16	32	25	20	25	40	32	2	10	2	3	4	6
M 14	25	32	14	18	35	28	22	28	42	38	2,3	12	2	3	4	6

Tabela 3.13 (continuare)

Diametrul filetului	Lungimea de filetare		Lungimea de înşurubare b_2				Adîncimea găurii de filet l				Terminare de filet			Şplinturi		
	Pentru o piuliţă	Pentru două piuliţe	Oţel, bronz (1d)	Fontă, alamă (1,3 d)	Zinc, aluminiu (2,5 d)	Mase plastice (2d)	Oţel, bronz	Fontă, alamă	Zinc, aluminiu	Mase plastice	s	r	z_1	d_1	w	v
d	b	b_1														
M 16	30	38	16	20	40	32	25	30	50	40	2,3	15	2	4	5	8
M 18	35	45	18	24	45	35	28	32	55	45	3	15	2,5	4	5	8
M 20	35	45	20	25	50	40	30	35	60	50	3	18	2,5	4	5	8
M 22	38	50	22	28	55	44	32	38	65	54	3,3	20	2,5	5	6,5	10
M 24	38	50	24	32	60	48	35	42	70	58	4	20	3	5	6,5	10
M 27	42	55	25	35	65	55	35	45	75	65	4	25	3	5	6,5	10
M 30	48	60	30	38	75	60	42	50	88	70	5	25	4	6	8	12
M 33	50	65	32	42	80	65	45	55	92	75	5	30	4	6	8	12
M 36	55	75	35	45	90	70	50	60	105	82	6	30	4	6	8	12
M 39	62	80	38	50	95	78	55	65	110	92	6	35	4	8	10	14
M 42	65	85	42	55	105	85	58	70	120	100	6	40	5	8	10	14
M 45	70	90	45	58	110	90	60	75	125	105	7	40	5	8	10	14
M 48	72	100	48	62	120	95	65	78	135	110	7	45	5	8	10	14
M 52	75	105	50	65	130	100	68	85	150	120	8	45	6	8	10	14
1/2″	25	32	13	16	32	25	20	25	40	32	2,3	10	2	3	4	6
5/8″	30	38	16	20	40	32	25	28	45	40	2,3	15	2	4	5	8
3/4″	30	45	20	25	50	40	28	35	58	50	3	18	2,5	4	5	8
7/8″	38	50	22	28	55	44	32	38	65	54	3,4	20	2,5	5	6,5	10
1″	42	55	25	35	65	55	35	45	75	65	4	22	3	5	6,5	10
1 1/8″	48	60	30	38	75	60	40	50	85	70	4,5	25	3	6	8	12
1 1/4″	50	65	32	42	80	65	45	55	92	75	5	30	4	6	8	12
1 3/8″	55	75	35	45	90	70	48	58	105	82	5,5	30	4	6	8	12
1 1/2″	62	80	38	50	95	78	52	65	110	92	6	35	4	8	10	14
1 3/4″	70	90	45	58	110	90	60	75	125	105	7	40	5	8	10	14
1 7/8″	72	100	48	62	120	95	65	78	135	110	7	45	5	8	10	14
2″	75	105	50	65	130	100	68	85	150	120	8	45	6	8	10	14

2. PIULIŢE

2.1. GENERALITĂŢI

Piuliţele sînt elementele de asamblare care se înşurubează pe piese filetate (de exemplu, pe şuruburi, axe filetate etc.).

După funcţiunea pe care o îndeplinesc se deosebesc piuliţe de fixare şi piuliţe de mişcare. *Piuliţa de fixare* se foloseşte la asamblarea demontabilă, cu joc sau fără joc, a două sau mai multe piese, prin înşurubarea cu o piesă filetată, de obicei, cu şurub. *Piuliţa de mişcare*, împreună cu tija filetată cu care se înşurubează, constituie un mecanism cu ajutorul căruia se poate obţine o transformare a mişcării de rotaţie în mişcare rectilinie, cum este cazul la deplasarea cărucioarelor strungurilor etc.

După caracteristicile filetului, se deosebesc : piuliţe cu filet metric, cu filet normal, cu filet fin, cu filet dreapta, cu filet stînga, cu filet simplu, cu filet multiplu (cu mai multe începuturi), cu filet triunghiular, cu filet trapezoidal etc.

Se deosebesc trei categorii de execuţie: grosolană, semiprecisă şi precisă.

2.2. FORME ŞI DIMENSIUNI

Din punctul de vedere al formei, piuliţele se clasifică în piuliţe hexagonale, piuliţe pătrate şi piuliţe rotunde. Piuliţele hexagonale mai pot fi : normale, înalte, joase, cu fund, crenelate etc. Piuliţele rotunde se mai clasifică în piuliţe fluture, piuliţe cu urechi, piuliţe zimţuite, piuliţe canelate, piuliţe crestate, piuliţe cu găuri radiale sau frontale etc.

Formele principale de piuliţe de oţel şi precizia lor de execuţie sînt indicate în tabela 3.14 cu standardele respective.

În tabelele 3.17 — 3.18 sînt arătate dimensiunile piuliţelor standardizate cu filet metric, folosite în mod curent.

Tabela 3.14. **Forme obişnuite de piuliţe**

Nr. crt.	Schiţa	Denumirea	Standarde existente	
		Piuliţe hexagonale		
1		Piuliţă hexagonală	Grosolane Semiprecise Precise	922-76 6218-69 4071-69

Tabela 3.14 (continuare)

Nr. crt.	Schiţa	Denumirea	Standarde existente	
2		Piuliţă hexagonală joasă	Grosolane Semiprecise Precise	3773-72 4373-77
3		Piuliţă hexagonală înaltă	Precise	4372-78
4		Piuliţă hexagonală cu guler	Precise	4412-78
		Piuliţe pătrate		
5		Piuliţă pătrată	Grosolane	926-69
		Piuliţe crenelate		
6		Piuliţă crenelată	Grosolane Precise	4072-70 4073-78 4074-70
7		Piuliţă crenelată cu gît	Precise	4073-78
8		Piuliţă crenelată cu gît joasă	Precise	4074-70
		Piuliţe înfundate		
9		Piuliţă înfundată joasă	Precise	4374-70

Tabelul 3.14 (continuare)

Nr. crt.	Schița	Denumirea	Standarde existente	
10		Piuliță înfundată înaltă	Precise	
11		Piuliță înfundată cu guler, înaltă	Precise	
		Piulițe cu suprafața de așezare sferică		
12		Piuliță hexagonală cu suprafața de așezare sferică	Precise	
13		Piuliță hexagonală cu guler și suprafața de așezare sferică	Precise	
		Piulițe rotunde		
14		Piuliță striată	Precise	5436-69
15		Piuliță striată cu guler	Precise	5437-69
16		Piuliță rotundă cu crestătură	Precise	5332-69
17		Piuliță cu caneluri	Precise	5012-69

Tabelul 3.14 (continuare)

Nr. crt.	Schița	Denumirea	Standarde existente	
18		Piuliță rotundă cu găuri radiale	Precise	5330-69
19		Piuliță rotundă cu găuri frontale	Precise	5331-69
		Diferite alte forme de piulițe		
20		Piuliță fluture	Grosolane Semiprecise	3923-71
21		Piuliță-inel	Semiprecise	3186-77
22		Piuliță pentru canale T	Semiprecise	1387-70
23		Piuliță înaltă pentru șuruburi de canale T	Precise	2097-68

2.3. CARACTERISTICI MECANICE

În standardul 2700/4-69 se stabilesc caracteristicile mecanice ale piulițelor executate din oțeluri nealiate sau slab aliate, care au diametrul nominal d al filetului mai mic sau egal cu 39 mm, înălțimea părții filetate cel puțin egală cu 0,6 d, deschiderea de cheie sau diametrul exterior cel puțin egal cu 1,45 d și pentru care se impun caracteristici mecanice. Pentru piulițele cu diametrul nominal mai mare de 39 mm, caracteristicile mecanice se stabilesc de comun acord între producător și beneficiar.

În tabela 3.15 sînt arătate cele şapte grupe de caracteristici mecanice în care se execută piuliţele care se încadrează în acest standard, precum şi categoriile de execuţie (precisă, semiprecisă şi grosolană) în care se execută fiecare din aceste grupe.

Valorile caracteristicilor mecanice corespunzătoare fiecărei grupe sînt indicate în tabela 3.16.

Piuliţele dintr-o grupă de caracteristici mecanice superioară pot înlocui piuliţele dintr-o grupă de caracteristici mecanice inferioară.

Tabela 3.15. **Categoriile caracteristice de execuţie pentru piuliţe**

Categoria de execuţie	Grupa de caracteristici mecanice						
	4	5	6	8	10	12	14
precisă	×	×	×	×	×	×	×
semiprecisă	×	×	×				
grosolană	×						

Tabela 3.16. **Caracteristicile mecanice pentru piuliţe**

Caracteristica mecanică	Grupa de caracteristici mecanice						
	4	5	6	8	10	12	14
Tensiunea de încercare σ_p kgf/mm²	40	50	60	80	100	120	140
Duritatea Brinell *HB* max.	302	302	302	302	353	353	375
Duritatea Rocwell *HRC* max.	30	30	30	30	36	36	39

2.4. MATERIALE

Piuliţele obişnuite se execută de obicei din oţel fosforos pentru piuliţe OLF STAS 2400-67. Piuliţele ştanţate la rece se pot obţine şi din OL 37 STAS 500-68.

Piuliţele fluture se fabrică din OL 37 STAS 500-68 sau din fontă maleabilă STAS 569-70.

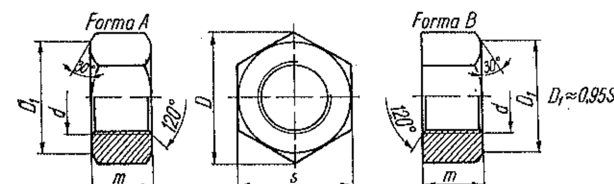
Pentru diferitele tipuri de piuliţe şi categorii de execuţie, oţelurile corespunzătoare sînt în general cele indicate la subcapitolul şuruburi.

3. ŞAIBE ŞI INELE DE SIGURANŢĂ

3.1. GENERALITĂŢI

Şaibele sînt discuri metalice folosite în asamblările demontabile cu şuruburi, ca piese între piuliţă şi suprafaţa de contact a piesei cu piuliţa, pentru a permite o bună aşezare a piuliţei chiar pe suprafaţa pie-

Tabela 3.17. **Piuliţă hexagonală, grosolană (STAS 922-76)**



Exemplu de notare a unei piuliţe forma B, cu filet M10, din oţel:
Piuliţă B-M10, STAS 922-76
Dimensiuni în mm

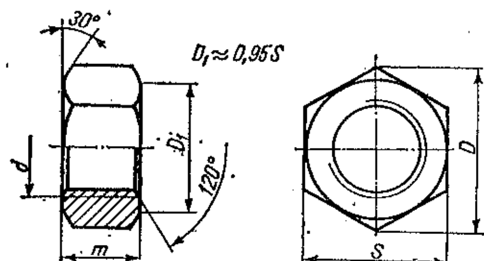
d	S nominal	S abaterea limită	D min.	m nominal	m abaterea limită	Masa kg/1000 buc.
M 6	10	0 −0,360	10,9	5	0 −1,200	2,32
M 8	13	0 −0,430	14,2	6,5	0 −1,500	5,39
M 10	17		18,7	8		10,90
M 12	19	0 −0,520	20,9	10		15,9
(M 14)	22	0 −0,840	23,9	11	0 −1,800	25,0
M 16)	24		26,2	13		30,8
(M 18)	27		29,6	15		50,8
M 20	30		33,0	16		60,3
(M 22)	32	0 −1,000	35,0	18		80,9
M 24	36		39,6	19	0 −2,100	103
(M 27)	41		45,2	22		154
M 30	46		50,9	24		216
(M 33)	50		55,4	26		271
M 36	55	0 −1,200	60,8	29		369
M 42	65		72,1	34	0 −2,500	610
M 48	75		83,4	38		924

Observaţii. 1 Dimensiunile din paranteze se vor evita pe cît posibil. 2 Filet metric conform STAS 6564-73, cu precizia filetului conform STAS 8165-68. 3 Material: conform STAS 2700/4-69.

sei, pentru a repartiza forţa de strîngere pe o suprafaţă mai mare decît suprafaţa piuliţei, sau pentru a asigura şurubul sau piuliţa contra deşurubării. Cu excepţia şaibelor de siguranţă, şaibele au de obicei profilul rotund sau pătrat.

Din punctul de vedere al utilizării, şaibele se pot clasifica în *şaibe obişnuite* (brute, semiprelucrate sau prelucrate), care pot fi rotunde sau pătrate, cu gaura rotundă sau pătrată şi care nu se folosesc pentru asigurare contra deşurubării, *şaibe pentru profiluri* U sau I, pătrate,

Tabela 3.18. **Piuliţă hexagonală, precisă (STAS 4071-69)**



Exemplu de notare a unei piuliţe hexagonale, cu filet M12, avînd cîmpul de toleranţă 6H, cu caracteristici mecanice conform grupei 8:

Piuliţă M12 STAS 4071-69 grupa 8

Dimensiuni în mm

Filet *d*		*S* nominal	*S* abateri limită	*D* min.	*m* nominal	*m* abateri limită	Masa kg/1000 buc.
M1,6	—	3,2	0 −0,12	3,48	1,3	0 −0,25	0,097
M2	—	4		4,38	1,6		0,145
M2,5	—	5		5,51	2		0,272
M3	—	5,5		6,08	2,4		0,384
M4	—	7	0 −0,15	7,74	3,2	0 −0,30	0,812
M5	—	8		8,87	4		1,23
M6	—	10	0 −0,22	11,05	5		2,32
M8	M8×1	13	0 −0,27	14,38	6,5	0 −0,36	5,39
M10	M10×1,25	17		18,90	8		10,9
M12	M12×1,25	19	0 −0,33	21,10	10	0 −0,43	15,1
(M14)	(M14×1,5)	22		24,49	11		25,0
M16	M16×1,5	24		26,75	13		30,8
(M18)	(M18×1,5)	27		30,14	15		50,8
M20	M20×1,5	30		33,53	16		60,3
(M22)	(M22×1,5)	32	0 −0,39	35,72	18		80,0
M24	M24×2	36	0 −0,62	39,98	19	0 −0,52	111
(M27)	(M27×2)	41		45,63	22		166
M30	M30×2	46		51,28	24		232
(M33)	(M33×2)	50		55,80	26		298
M36	M36×3	55	0 −0,74	61,31	29	0 −0,62	398
M42	M42×3	65		72,61	34		657
M48	M48×3	75		83,91	38		924

Observaţii. 1. Dimensiunile înscrise între paranteze se vor evita pe cît posibil. *2.* Filet metric conform STAS 6564-67. *3.* Material: conform STAS 2700/4-69.

cu gaură rotundă şi cu feţele mari neparalele, cu o înclinare corespunzătoare înclinării tălpilor profilurilor, care servesc la fixarea şi la asamblarea profilurilor U, respectiv I şi *şaibe de siguranţă*, cu conturul exterior rotund (de exemplu şaibele de siguranţă elastice) sau de formă oarecare, de obicei cu gaură rotundă, şi care se utilizează pentru asigurarea împotriva deşurubării şurubului sau piuliţei.

După calitatea suprafeţelor şi precizia dimensiunilor, şaibele obişnuite se mai pot clasifica în *şaibe brute*, *şaibe semiprelucrate* şi *şaibe prelucrate*.

Şaibele brute se fabrică din OL 34, iar şaibele prelucrate din OL 34 şi OL 37 STAS 500-68, sau din oţel pentru automate STAS 1350-67. Şaibele prelucrate se mai pot executa şi prin ştanţare din benzi de oţel laminat la rece STAS 1945-73/OL 34, sau OL 37 STAS 500-68; ele mai pot fi, de asemenea, executate din alamă, în cazul cînd trebuie să aibă proprietăţi antimagnetice sau să fie bune conducătoare de electricitate.

Şaibele de siguranţă se fabrică din OL 34, OL 37 laminat la cald sau benzi de oţel laminat la rece. Acestea se mai pot executa din alamă în cazul cînd se folosesc pentru şuruburi sau piuliţe de alamă. Şaibele Grower STAS 7665-66 şi STAS 7666-66 se fabrică din sîrmă de oţel trapezoidal STAS 2826-69, iar inelele resort pentru cale ferată STAS 1384-67, din oţel pentru arcuri, calitatea Arc 5 STAS 795-71.

3.2. FORME ŞI DIMENSIUNI

Şaibele pentru profile U şi I se fabrică din profile speciale laminate calitatea OL 34 STAS 500-68.

Formele şaibelor standardizate pînă în prezent sînt arătate în tabela 3.19 (după STAS 3005-52). Dimensiunile şaibelor obişnuite pentru metale sînt indicate în tabela 3.20 pentru şaibe brute tip A (STAS 1388-72) şi în tabela 3.21 pentru şaibe precise (STAS 5200-72). În STAS 5974-65 se găsesc dimensiunile şaibelor prelucrate pentru bolţuri, iar în tabelele 3.22 şi 3.23 pentru şaibele Grower seria uşoară şi seria mijlocie (STAS 7666-77).

Formele şi dimensiunile inelelor de siguranţă pentru alezaje şi arbori sînt date în STAS 5848-58.

4. ŞTIFTURI

4.1. GENERALITĂŢI

Ştifturile sînt elemente de asamblare. Ele sînt folosite fie ca ştifturi de fixare cu scopul de a împiedica desfacerea a două piese asamblate (de exemplu, un inel pe un ax), fie ca ştifturi de centrare cu sco-

Tabela 3.19. **Clasificarea şaibelor (STAS 3005-52)**

Formă	Denumire		STAS
	Şaibe obişnuite brute	Tip A pentru metal	1388-72
		TipB pentru lemn	
		Tip C pentru lemn	
		Tip D pentru lemn	
		Pentru curelărie	
	Şaibe obişnuite semiprelucrate		
	Şaibe obişnuite prelucrate		5200-72
	Şaibe de siguranţă	Tip A	2241-56
		Tip B	
		Tip C	
		Tip D	

Formă	Denumire		STAS
	Şaibe pentru profile I şi U	Tip I	2242-57
		Tip U	
	Şaibe Grower	Tip R cu capetele răsfrînte	7666-77
		Tip N neted	
	Inele resort tip C.F.	Tip A simplu	1384-67
		Tip B dublu	
	Şaibe elastice	Bombată exterior	
		Cu dinţi exterior	
		Cu dinţi interior	
		Bombată cu dinţi exterior	

Observaţie. Pentru bolţurile STAS 5754-73, STAS 5755-58 şi STAS 5756-58 s-a elaborat standardul de şaibe prelucrate STAS 5974-65. Exemplu de notare a şaibelor: **Şaibă de siguranţă B 21 STAS 2241-56; şaibă U-33 STAS 2242-75.**

Tabela 3.20. **Şaibă plată pentru metale (STAS 1388-72)**

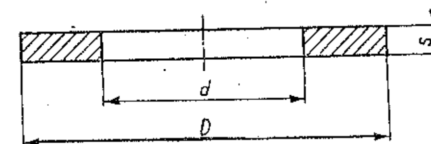
Dimensiuni în mm

Filetul şurubului	d	D	s	Masa≈ kg/ 1000 buc.
M 6	7,0	12,5	1,6	1,12
M 7	8,0	14		1,36
M 8	10	17		2,06
M 10	12	21	2	3,92
M 12	15	24	2,5	5,89
M 14	17	28		8,30
M 16	19	30	3	10,7
M 18	21	34		14,0
M 20	24	37		16,5
M 22	26	39		17,5
M 24	28	44	4	22,8
M 27	32	50		39,5
M 30	35	56		51,0
M 33	38	60	5	71,0
M 36	42	66		87,5
M 39	45	72	6	128
M 42	48	78	7	174
M 45	52	85		212
M 18	56	92	8	271

Observaţii. 1. Abaterile limită la grosimea şaibelor sînt cele indicate în standardul materialului folosit. *2.* Masele sînt calculate cu valoarea nominală a dimensiunilor, cu densitatea 7,85 kg/dm^3 şi au valori informative. *3.* Material: OL 34 STAS 500/2-68. *4.* Exemplu de notare a unei şaibe plate uzuale, pentru metal, cu diametrul interior d = 16 mm: **Şaibă 16 STAS 1388-72.**

Tabela 3.21. **Şaibă plată pentru metale, precisă (STAS 5200-72)**

Dimensiuni în mm



Filetul şurubului	d		D		s	Masa, ≈ kg/ 1000 buc.	
	seria fină	seria mijlocie	varianta N	varianta M		varianta N	varianta M
M 1,6	1,7	—	4	—	0,3	0,025	—
M 2	2,2	—	5	—		0,038	—
M 2,5	2,7	—	6,5	—	0,5	0,107	—
M 3	3,2	—	7	—		0,119	—
M 4	4,3	—	9	—	0,8	0,307	—
M 5	5,3	5,5	10	—	1	0,442	—

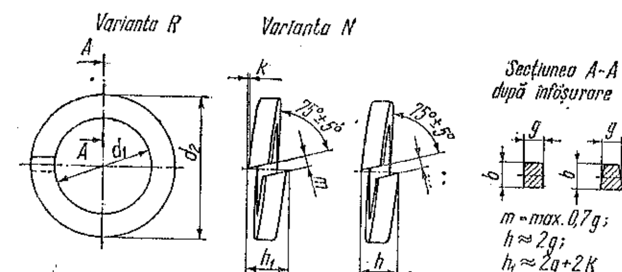
Tabela 3.21 (continuare)

Filetul şurubului	d seria fină	d seria mijlocie	D varianta N	D varianta M	s	Masa ≈ kg/1000 buc. varianta N	Masa ≈ kg/1000 buc. varianta M
M 6	6,4	6,6	12,5	—	1,6	1,13	—
M 7	7,4	7,6	14	—		1,38	
M 8	8,4	9	17	15,5		2,15	1,67
M 10	10,5	11	21	18	2	4,08	2,63
M 12	13	14	24	21	2,5	6,26	4,18
M 14	15	16	28	24		8,62	5,12
M 16	17	18	30	28	3	11,3	9,15
M 18	19	20	34	30		14,7	9,97
M 20	21	22	37	34		17,2	13,2
M 22	23	24	39	37		18,3	15,2
M 24	25	26	44	39	4	32,2	22,2
M 27	28	30	50	44		42,3	28,4
M 30	31	33	56	50		53,4	38,0
M 33	34	36	60	56	5	75,5	61,0
M 36	37	39	66	60		91,7	69,0
M 39	40	42	72	66	6	133	102
M 42	43	45	78	72	7	182	143
M 45	46	48	85	78		220	171
M 48	50	52	92	85	8	293	232
M 52	54	56	98	—		328	—
M 56	58	62	105	—	9	426	—
M 60	62	66	110	—		458	—
M 61	66	70	115	—		490	—
M 68	70	71	120	—	10	585	—
M 72	74	78	125	—		625	—
M 76	78	82	135	—		748	—
M 80	82	86	140	—	12	952	—
M 85	87	91	145	—		995	—
M 90	93	96	160	—		1240	—
M 95	98	101	165	—		1310	—
M 100	104	107	175	—	14	1720	—
M 105	109	112	180	—		1740	—
M 110	114	117	185	—		1830	—
M 115	119	122	200	—		2220	—
M 120	124	127	210	—	16	2830	—
M 125	129	132	220	—		3120	—
M 130	134	137	230	—		3440	—
M 140	144	147	240	—	18	4080	—
M 150	155	158	250	—		4270	—
M 160	165	168	265	—		4770	—

Observaţii. 1. Material: OL 34 STAS 500/2-68. *2.* Şaibele se execută în două serii: seria fină (simbol A) şi seria mijlocie (simbol B) şi în două variante: varianta N (pentru şuruburi cu cap hexagonal cu deschideri de cheie normală) şi varianta M (pentru şuruburi cu cap hexagonal cu deschideri de cheie redusă). *3.* Exemplu de notare a unei şaibe din seria fină, varianta N, cu filet M 12: **Şaibă A 12 STAS 5200-72.** Pentru varianta N, în notare nu se indică simbolul.

Tabela 3.22. **Şaibă Grower, seria uşoară (STAS 7666/1-77)**

Dimensiuni în mm

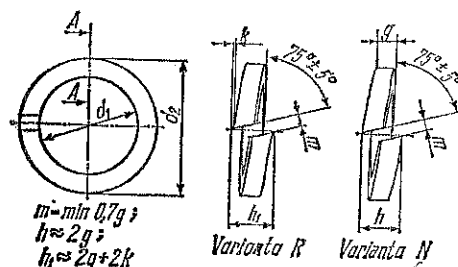


Mărimea pentru filet	d_1 nominal	d_2 ≈	b nominal	g nominal	k	Masa kg/1 000 buc.
M 2	2,1	3,7	0,8	0,5	—	0,029
M 2,5	2,6	4,2	0,8	0,6	—	0,040
M 3	3,1	5,1	1	0,8	—	0,081
M 4	4,1	6,5	1,2	0,8	0,15	0,13
M 5	5,1	7,5	1,2	1	0,15	0,19
M 6	6,1	9,3	1,6	1,2	0,2	0,36
M 8	8,2	12,2	2	1,3	0,3	0,80
M 10	10,2	15,2	2,5	2	0,3	1,6
M 12	12,2	19,2	3,5	2,5	0,4	3,4
M 14	14,2	22,2	4	3	0,4	5,4
M 16	16,3	25,3	4,5	3,2	0,4	7,4
M 18	18,3	28,3	5	3,5	0,4	10,0
M 20	20,5	31,5	5,5	4	0,4	14,1
M 22	22,5	34,5	6	4,5	0,4	18,9
M 24	24,5	37,5	6,5	4,8	0,5	23,7
M 27	27,5	41,5	7	5,5	0,5	32,3
M 30	30,5	46,5	8	6	0,8	45,4

Observaţii. 1. Pentru secţiunea trapezoidală grosimea nominală *g* din tabel este media dintre grosimea minimă (pe circumferinţa exterioară) şi grosimea maximă (pe circumferinţa interioară). *2.* Masa şaibelor este calculată pentru şaibe din oţel, cu densitatea de 7,85 kg/dm³ şi este informativă. *3.* Notarea unei şaibe Grower se face prin indicarea denumirii, seriei, variantei, mărimii şi STAS 7666/1-77 şi a mărcii de material: **Şaibă Grower, UR 10 STAS 7666/1-77/ARC 6A.**

Tabela 3.23.

Şaibă Grower, seria mijlocie (STAS 7666/2-77)



Dimensiuni în mm

Mărimea pentru filet	d_1 nominal	d_2 ≈	g nominal	Masa kg/1 000 buc. ≈	Mărimea pentru filet	d_1 nominal	d_2 ≈	g nominal	Masa kg/1 000 buc. ≈
M 2	2,1	3,1	0,6	0,025	M 16	16,3	23,3	3,5	5,9
M 2,5	2,6	3,8	0,8	0,054	M 18	18,3	26,3	4	8,8
M 3	3,1	4,7	1	0,10	M 20	20,5	29,5	4,5	12,5
M 4	4,1	6,1	1,2	0,19	M 22	22,5	32,5	5	16,9
M 5	5,1	7,5	1,4	0,31	M 24	24,5	35,5	5,5	22,2
M 6	6,1	8,9	1,6	0,49	M 27	27,5	39,5	6	29,7
M 8	8,2	12,2	2	1,0	M 30	30,5	43,5	6,5	38,4
M 10	10,2	15,2	2,5	1,9	M 33	33,5	47,5	7	49,0
M 12	12,2	18,2	3	3,3	M 36	36,5	52,5	8	70,0
M 14	14,2	20,6	3,2	4,3	M 39	39,5	56,5	8,5	85,5

Observaţii. 1. Pentru secţiunea trapezoidală, grosimea nominală *g* din tabel este media dintre grosimea minimă (pe circumferinţa exterioară) şi grosimea maximă (pe circumferinţa interioară). *2.* Masa şaibelor este calculată pentru şaiba din oţel cu densitatea de 7,85 kg/dm³ şi este informativă. *3.* Cu excepţia mărimilor 2 ; 3 ; 6 şi 36, şaibele Grower se pot monta în locaşuri conform STAS 5783-65. *4.* Şaibele Grower mărimile 14 ; 16 ; 18 ; 20 ; 22 ; 24 şi 27 se pot monta atît în locaşuri seria fină, cît şi în locaşuri seria mijlocie. *5.* Şaibele Grower mărimile 2,5 ; 4 ; 5 ; 8 ; 10 ; 30 şi 33 se pot monta numai în locaşuri seria mijlocie. *6.* Notarea unei şaibe Grower se face prin indicarea denumirii, seriei, variantei, mărimii şi STAS 7666/2-77 şi a mărcii de material. Exemplu : **Şaibă Grower MN 10 STAS 7666/2-77/ARC 6 A.**

pul de a asigura poziţia relativă precisă între două piese care sînt supuse la eventuale demontări şi reasamblări (de exemplu chiulase pe blocul cilindrilor la motoare) etc.

În mod curent sînt folosite ştifturi cilindrice şi ştifturi conice.

Pentru ştifturile de fixare, supuse la solicitări, dimensionarea se face astfel :

— ştifturile care străbat transversal butucul şi axul se calculează cu formula $d = (0,2 \ldots 0,3)D$,

în care d este diametrul ştiftului, iar D — diametrul axului ;

— ştifturile care sînt introduse axial între butuc şi ax se dimensionează cu ajutorul formulelor :

$d = (0,13 \ldots 0,16)\ D$; $l = (1 \ldots 1,5)\ D$, l fiind lungimea ştiftului.

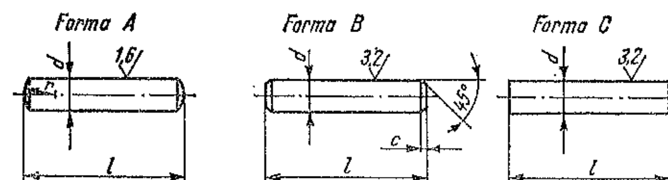
O altă categorie de ştifturi o constituie ştifturile filetate. Filetele ştifturilor filetate se execută conform STAS 510-74.

4.2. FORME ŞI DIMENSIUNI

Formele şi dimensiunile ştifturilor cilindrice sînt indicate în tabela 3.24, iar pentru ştifturile conice în tabela 3.25.

Tabela 3.24. **Stift cilindric (STAS 1599-68)**

Dimensiuni în mm



		d	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16
Forma	A	Abateri limită la *d*	+0,008 +0,002						+0,012 +0,004			+0,015 +0,006		+0,018 +0,007	
		r	1	1,6		2,5		4		6		10		16	
	B	Abateri limită la *d*	0 −0,014					0 −0,018				0 −0,022		0 −0,027	
		$c_{max.}$	0,2		0,3		0,5		0,6	0,8	1	1,2	1,6		2
	C	Abateri limită la *d*	0 −0,060						0 −0,075			0 −0,090		0 −0,110	
			2,5	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	30
			3	3	4	5	6	8	10	12	14	18	25	30	36
			4	4	5	6	8	10	12	14	16	20	30	36	40
			5	5	6	8	10	12	14	16	20	25	36	40	45
			6	6	8	10	12	14	16	20	25	30	40	45	50
			8	8	10	12	14	16	20	25	30	36	45	50	55
			10	10	12	14	16	20	25	30	36	40	50	55	60
			12	12	14	16	20	25	30	36	40	45	55	60	65
			14	14	16	20	25	30	36	40	45	50	60	65	70
Lungimea *l*			16	16	20	25	30	36	40	45	50	55	65	70	80
			—	20	25	30	36	40	46	50	55	60	70	80	90
			—	25	30	36	40	45	50	55	60	65	80	90	100
			—	—	—	40	45	50	55	60	65	70	90	100	110
			—	—	—	—	50	55	60	65	70	80	100	110	120
			—	—	—	—	—	60	65	70	80	90	110	120	140
			—	—	—	—	—	—	70	80	90	100	120	140	160
			—	—	—	—	—	—	80	90	100	110	140	160	180
			—	—	—	—	—	—	—	100	110	120	160	—	200

Observaţii. 1. Pentru ştifturi netratate termic se recomandă OL 60 STAS 500-68. *2.* Exemplu de notare a unui ştift cilindric forma A cu diametrul $d = 5$ mm şi lungimea $l = 40$ mm : **Ştift cilindric A5×40 STAS 1599-68.**

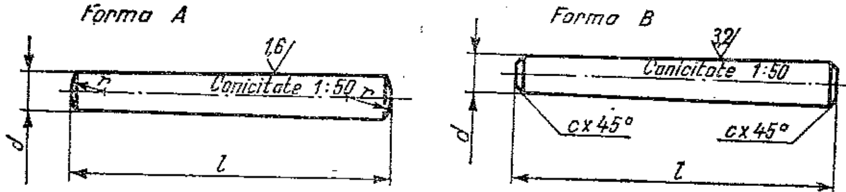


Tabela 3.25. **Știfturi conice (STAS 3436-68)**
Dimensiuni în mm

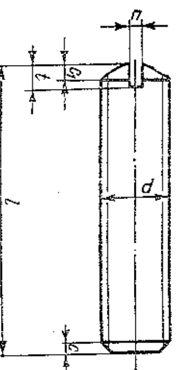
d		0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50
Forma A	Abateri limită la d; h 10	0 −0,400								0 −0,048			0 −0,058		0 −0,07		0 −0,084		0 −0,1		
	r	0,6	1,0		1,6		2,5		4	4	6		10		16		20	25	32	40	50
Forma B	Abateri limită la d: h 11	0 −0,060								0 −0,080			0 −0,090		0 −0,110		0 −0,130		0 −0,160		
	c	0,1		0,2		0,3		0,5		0,6	0,8	1,0	1,2	1,6		2	2,5	3	4	5	6,3
l: Nominal	l: Abateri limită	Masa, kg/1 000 bucăți ≈																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
4	+0,48	0,010	0,012																		
5	0	0,014	0,017	0,026																	
6		0,017	0,028	0,040	0,055	0,111															
8	+0,58	0,023	0,039	0,058	0,094	0,154	0,266	0,365													
10	0	0,031	0,050	0,075	0,121	0,200	0,300	0,475													
12			0,063	0,095	0,152	0,250	0,341	0,526	0,30												
14	+0,70		0,077	0,114	0,186	0,303	0,404	0,620	0,880												
16	0			0,135	0,222	0,360	0,468	0,712	1,02	1,78	1,95										
(18)				0,157	0,260	0,419	0,534	0,811	1,15	2,00	2,74										
20					0,307	0,482	0,605	0,914	1,29	2,23	3,47	5,05									
(22)					0,345	0,535	0,677	1,02	1,43	2,47	3,80	5,63									
25	+0,84					0,653	0,939	1,18	1,88	3,12	4,70	6,52	11,1								
(28)	0					0,710	0,909	1,35	1,98	3,22	4,93	7,17	12,3	19,5							
30							0,991	1,47	2,04	3,48	5,31	7,76	13,1	20,8	29,4						
(32)							1,08	1,59	2,20	3,73	5,70	8,35	14,0	21,9	31,5						
36							1,26	1,81	2,55	4,28	6,51	9,50	16,0	24,8	35,4						
40	+1,00							2,10	2,88	4,84	7,30	10,3	17,8	27,6	39,6	69,8					
45	0							2,49	3,35	5,56	8,35	11,7	20,2	31,2	44,6	78,6					
50									3,83	6,31	9,45	13,4	22,7	34,9	49,8	87,4	137				

Tabela 3.25 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
55									4,18	7,12	10,6	14,7	25,3	38,8	55,2	96,4	150				
60										7,94	11,8	16,3	27,8	42,5	60,2	105	164	257			
65	+1,20									8,06	13,1	17,6	30,4	46,4	66,1	111	181	277			
70	0									9,73	14,2	19,7	33,2	50,4	71,8	123	192	299			
80											15,3	24,3	38,8	58,5	83,0	143	220	342	557		
90											18,3	28,4	44,5	67,0	94,5	162	250	386	634		
100	+1,40											32,6	40,5	75,7	106	181	280	430	713	1100	
110	0											46,7	57,0	84,7	118	202	310	475	794	1210	
120													63,5	94,0	130	222	340	521	877	1320	2050
140													71,4	114	157	265	403	615	1047	1540	2400
160	+1,60													120	209	310	471	787	1225	1843	2794
180	0													147	265	357	536	812	1411	2000	3090
200	+1,85														322	406	606	914	1604	2240	3450
220	0														373	522	816	1180	1805	2681	4021
250																682	976	1399	2122	3132	4673
280	+2,10 0															810	1149	1633	2457	3606	5352
Domeniul de utilizare	D ⩾	1,4	2	3	4	5	6	8	11	17	23	30	38	45	50	75	110				
	D ⩽	2	3	4	5	6	8	11	17	23	30	38	45	50	75	110	160				
	N	1	5	6	7	8	9	10	12	15	18	20	22	23	26	30	36				

Observații. *1.* Dimensiunile înscrise între paranteze se vor evita pe cît posibil. *2.* Masa este calculată cu 7,85 kg/dm³ și este informativă. *3.* Abaterile limită sînt conform STAS 8102-68. *4.* Pentru diametrele $d \geqslant 20$ mm, domeniul de utilizare este lăsat la aprecierea constructorului. *5.* Exemplu de notare a unui știft conic forma B cu diametrul $d = 10$ mm și lungimea $l = 30$ mm: **Știft conic B10×30 STAS 3436-68.** *6.* Material: pentru știfturi netratate termic se recomandă OL 60 STAS 500-68.

Tabela 3.26. **Ştift filetat cu crestătură cu vîrf teşit (STAS 4770-69)**



Exemplu de notare a unui ştift filetat cu crestătură, cu vîrf teşit, avînd filet M 10, cu toleranţa 6 g, cu lungimea de 25 mm cu caracteristici mecanice conform grupei 10.9.

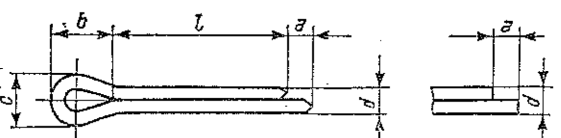
Ştift filetat M 10×25 STAS 4770-69 grupa 10.9

Dimensiuni în mm

Filet d	M 1	M 1,2	M 1,6	M 2	M 2,5	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 10	M 12
t	0,6	0,6	0,8	0,8	1,0	1,2	1,4	1,8	2,0	2,5	3,0	4,0
n	0,25	0,25	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0
c	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,2	2,5
c_1	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,2	2,5
l nominal	Masa ≈ kg/1 000 buc.											
2	0,004	0,008	0,012									
3	0,009	0,015	0,024	0,036	0,053	0,081						
4	0,013	0,021	0,036	0,054	0,082	0,119	0,154					
5			0,048	0,072	0,118	0,168	0,230	0,314				
6			0,059	0,090	0,148	0,212	0,359	0,520	0,821			
8				0,126	0,208	0,305	0,515	0,791	1,05	1,57		
10					0,268	0,380	0,670	1,04	1,40	2,48	3,20	
12					0,328	0,475	0,824	1,28	1,75	3,11	4,65	6,46
(14)						0,565	0,980	1,53	2,11	3,76	5,67	7,92
16						0,654	1,13	1,78	2,46	4,38	6,70	9,36
(18)							1,29	2,07	2,82	5,03	7,68	10,8
20							1,44	2,27	3,17	5,66	8,72	12,3
(22)								2,52	3,52	6,30	9,70	13,7
25								3,00	4,05	7,25	11,2	15,9
(28)									4,58	8,20	12,7	18,2
30									5,29	9,50	14,7	21,0
35										10,8	16,7	24,0
40										12,0	19,1	26,8
45											21,4	30,4
50												33,8

Observaţii. 1. Dimensiunile înscrise între paranteze se vor evita pe cît posibil. *2.* Filet metric conform STAS 6564-73. *3.* Material: conform STAS 2700/3-69.

Tabela 3.27. **Şplinturi (STAS 1991-73)**



$a_{min} = 0,5\ a_{max}$

Dimensiuni în mm

Diametrul nominal			0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3,2	4	5	6,3	8	10	13	16	20
d	nominal		0,5	0,7	0,9	1	1,4	1,8	2,3	2,9	3,7	4,6	5,9	7,5	9,5	12,4	15,4	19,3
	abateri limită		0 −0,1						0 −0,2							0 −0,3		
a	max.		1,6	1,6	1,6	2,5	2,5	2,5	2,5	3,2	4	4	4	4	6,3	6,3	6,3	6,3
b			2	2,4	3	3	3,2	4	5	6,4	8	10	12,6	16	20	26	32	40
c	max.		1	1,4	1,8	2	2,8	3,6	4,6	5,8	7,4	9,2	11,8	15	19	24,8	30,8	38,6
	min.		0,9	1,2	1,6	1,7	2,4	3,2	4	5,1	6,5	8	10,3	13,1	16,6	21,7	27	33,8
Diametrele recomandate ale pieselor la care se foloseşte şplintul	piese filetate	peste	—	2,5	3,5	4,5	5,5	7	9	11	14	20	27	39	56	80	120	170
		pînă la	2,5	3,5	4,5	5,5	7	9	11	14	20	27	39	56	80	120	170	—
	axe de articulaţii	peste	—	2	3	4	5	6	8	9	12	17	23	29	44	69	110	160
		pînă la	2	3	4	5	6	8	9	12	17	23	29	44	69	110	160	—

Observaţii. 1. Diametrul nominal este egal cu diametrul găurii de şplint. *2.* Şplinturile se execută cu vîrfurile ramurilor plate sau ascuţite la alegerea producătorului. *3.* Pentru şplinturile utilizate la material rulant de cale ferată şi pentru şplinturile supuse la eforturi de forfecare, se recomandă folosirea dimensiunilor imediat superioare celei specificate în tabelă pentru un anumit diametru al piesei la care se utilizează şplintul. *4.* Exemplu de notare a unui şplint cu diametrul nominal 10 şi cu lungimea 80 mm; **Şplint 10 × 80 STAS 1991-73.**

Formele, diametrele și lungimile, standardizate ale știfturilor filetate sînt arătate în tabela 3.28. În tabela 3.26 sînt indicate dimensiunile și greutățile știfturilor filetate cu vîrf plat.

Tabela 3.28. **Forme standardizate ale știfturilor filetate**

Știft filetat cu vîrf teșit STAS 4770-69	Știft filetat cu vîrf conic STAS 4771-69	Știft filetat cu cep STAS 4867-69	Știft filetat cu cep și vîrf conic STAS 4847-69	Știft filetat cu con interior STAS 4846-69	Știft filetat cu locaș hexagonal și vîrf plat STAS 5173-69	Știft filetat cu locaș hexagonal și vîrf conic STAS 5172-69	Știft filetat cu locaș hexagonal cu cep STAS 5171-69

5. ȘPLINTURI

Șplinturile se folosesc la asigurarea contra desfacerii șuruburilor, piulițelor, bolțurilor etc.

În tabela 3.27 sînt arătate dimensiunile șplinturilor executate din sîrmă cu profil semirotund, îndoită la 180°.

6. NITURI

6.1. GENERALITĂȚI

Niturile sînt elemente de asamblare nedemontabile, folosite în construcțiile de mașini pentru îmbinări permanente între piese. Ele sînt construite inițial dintr-o tijă cilindrică (corpul nitului) și un cap

fabricat cu forme diferite (de exemplu, calotă sferică, trunchi de con etc.); după introducerea acestora în găurile din piesele suprapuse care se asamblează, se formează prin ciocănire sau presare, cu ajutorul unui căpuitor (buterolă), al doilea cap al nitului.

Niturile se clasifică astfel:

— *după destinație*: nituri de rezistență, nituri de rezistență-etanșare, nituri de rezistență și rezistență-etanșare;

— *după numărul secțiunilor de forfecare*: nituri cu o singură secțiune de forfecare și nituri cu mai multe secțiuni de forfecare.

Clasificarea după primul criteriu și după forma capului niturilor este arătată în tabela 5.47.

Asamblările prin nituiri sau nituirile se clasifică în modul următor:

— *după felul așezării pieselor* (table, profile): nituiri prin suprapunere și nituiri prin eclise;

— *după numărul rîndurilor de nituri*: nituiri cu un singur rînd de nituri și nituiri cu mai multe rînduri de nituri;

— *după destinația pieselor nituite*: nituiri (cusături) de rezistență (de exemplu nituirea grinzilor), nituiri de rezistență-etanșare (de exemplu nituirea cazanelor cu abur).

Găurile executate în piesele care se asamblează prin nituire se execută cu diametre mai mari decît ale niturilor, după cum urmează:

— pentru nituri cu diametrul $d = 1 \ldots 4$ mm, se execută găuri cu diametrul $d + 0{,}2$ mm;

— pentru nituri cu diametrul $d = 5 \ldots 10$ mm, se execută găuri cu diametrul $d + 0{,}5$ mm;

— pentru nituri cu diametrul $d > 10$ mm, se execută găuri cu diametrul $d + 1$ mm.

Niturile se confecționează, în general, din oțel OL 34 și uneori OL 37, conform STAS 794-78 („oțel rotund pentru șuruburi și nituri"). În acest standard sînt indicate, de asemenea, diametrele la care se laminează aceste oțeluri pentru fabricarea niturilor și a șuruburilor. Pentru nituri din OL 34 și OL 37 se mai poate folosi și „sîrma de oțel trasă pentru șuruburi și nituri" STAS 4254-70 cu diametrul între 1 și 16 mm.

Aceste nituri se pot executa din aluminiu, alamă sau din material conform STAS 9228-73. La cerere se pot executa și nituri din OL 43 STAS 500/2-68.

În afară de niturile indicate mai sus, mai este standardizat și „nitul pentru curelărie" STAS 2082-73 cu diametrul de 3—6 mm și lungimea de 6—26 mm.

Condițiile tehnice impuse niturilor gata fabricate se găsesc în STAS 796-68.

6.2. PRINCIPII GENERALE DE CALCUL

Se notează prin (v. şi fig. 3.3 şi 3.4):

F — forţa exterioară care tinde să desfacă îmbinarea, în kgf;

F_1 — forţa care revine unui nit la îmbinarea cu mai multe nituri în kgf;

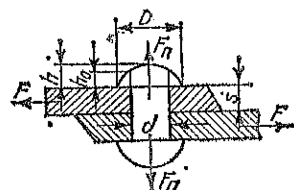


Fig. 3.3.

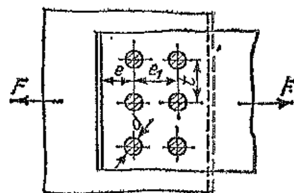


Fig. 3.4.

F_n — forţa axială care acţionează în nit, în kgf;

σ_r — rezistenţa la tracţiune (efortul unitar) în nit, în kgf/cm²;

σ_a — rezistenţa admisibilă la tracţiune în nit, în kgf/cm²;

σ'_a — rezistenţa admisibilă la tracţiune în tablă, în kgf/cm²;

τ_f — rezistenţa la forfecare în nit, în kgf/cm²;

τ_{fa} — rezistenţa admisibilă la forfecare în nit, în kgf/cm²;

σ_g — presiunea specifică de contact între corpul nitului şi peretele găurii, în kgf/cm²;

σ_{ga} — presiunea specifică admisibilă de contact, în kgf/cm²;

τ_{fa} — rezistenţa admisibilă la forfecare a tablei în kgf/cm².

6.2.1. **Solicitarea la forfecare a tijei nitului.** La acţiunea forţelor de forfecare, secţiunea nitului se calculează cu formula $F_1 = \frac{\pi d^2}{4}\tau_{fa}$, (1)

de unde:

$$d = \sqrt{\frac{4}{\pi}\cdot\frac{F_1}{\tau_{fa}}}\ [\text{cm}]. \tag{2}$$

Cînd nitul trece prin n table cu $(n-1)$ secţiuni de forfecare, relaţia (1) devine

$$F_1 = (n-1)\frac{\pi d^2}{4}\tau_{fa}, \tag{3}$$

de unde:

$$d = \sqrt{\frac{4}{(n-1)\pi}\cdot\frac{F_1}{\tau_{fa}}}\ [\text{cm}]. \tag{4}$$

Rezistenţa admisibilă la forfecare pentru materialul nitului se poate lua: $\tau_{fa} \simeq 600$ kgf/cm²; dacă se contează pe nituri bină bătute, se poate admite $\tau_{fa} \simeq 1\,200$ kgf/cm².

6.2.2. **Presiunea laterală între corpul nitului şi peretele găurii.** Deşi suprafaţa de contact între nit şi peretele găurii este $\frac{\pi d}{2}s$, în calcul se consideră numai proiecţia suprafeţei de contact, adică $d\cdot s$; în acest caz, există următoarea relaţie:

$$F_1 = ds\,\tau_{ga}. \tag{5}$$

În această relaţie s reprezintă grosimea unei table, la îmbinarea dintre două table. La îmbinarea mai multor table, s reprezintă grosimea tuturor tablelor care preiau forţa într-un sens.

Pentru presiunea specifică admisibilă de contact τ_{ga} se pot admite valori de 1 500—2 000 kgf/cm².

Din egalarea formulelor (1) şi (5), se deduce pentru nituirea cu o singură secţiune de forfecare:

$$d = \frac{4}{\pi}\cdot\frac{\sigma_{ga}}{\tau_{fa}}s. \tag{6}$$

Ţinînd seama că din experimentări practice, raportul $\sigma_{ga}/\tau_{fa} \approx 1{,}4 \ldots 1{,}7$ formula (6) devine:

$$d = \frac{4}{\pi}(1{,}4 \ldots 1{,}7)\,s = (1{,}8 \ldots 2{,}2)s. \tag{7}$$

Pentru nituirea de rezistenţă se ia $d \approx 2s$.

6.2.3. **Solicitarea la forfecare a marginii tablei.** Presupunînd că nitul ar strivi peretele găurii, se poate scrie relaţia:

$$F_1 = 2\left(e - \frac{d}{2}\right)s\tau'_{fa}. \tag{8}$$

Din relaţiile (5) şi (8) rezultă: $ds\sigma_{ga} = 2(e - d/2)s\sigma'_{fa}$,

de unde:

$$e = d/2(\sigma_{ga}/\tau'_{fa} + 1).$$

Dacă se înlocuiește $\sigma_{ga} \approx 1{,}55\tau_{fa}$ și $\tau'_{fa} \approx \tau_{fa}$, se obține:

$$e = d/2(1{,}55/0{,}8 + 1) = 1{,}44d \approx 1{,}5d. \qquad (9)$$

În practică se ia cel puțin valoarea $e = 2d$.

6.2.4. Solicitarea la tracțiune a secțiunii din tablă dintre două găuri de nit. Distanța dintre două găuri de nit reprezintă pasul niturilor (t) și se calculează cu formula: $F_1 = (t - d)s\,\sigma'_a$. (10)

Din egalarea formulelor (1) și (10), se obține: $(t-d)s\sigma'_a = \pi d^2/4\ \tau_{fa}$,

de unde: $$t = d\left(\frac{\pi}{4} \cdot \frac{d}{s} \cdot \frac{\tau_{fa}}{\sigma'_a} + 1\right).$$

Pentru $d = 2s$ și $\tau_{fa} = \sigma'_a$ ultima formulă pentru pasul niturilor devine: $t = (\pi/2 + 1)\,d = 2{,}57d$.

Se recomandă: $t_{min} = (2{,}5 \ldots 3)\,d$; $t_{max} = (6 \ldots 8)d$.

Valoarea pasului minim (t_{min}) între nituri este dată pentru diferite diametre de nit (d) în STAS 797-67

6.2.5. Solicitarea la forța axială F_n a capului nitului. Formulele care ar da în acest caz diametrul D al capului de nit și înălțimea h_0 (fig. 3.3) nu sînt necesare, deoarece dimensiunile date de standarde pentru diametrul și înălțimea capului nitului sînt acoperitoare.

6.3. PARAMETRII CARACTERISTICI PENTRU NITUIREA DE REZISTENȚĂ A TABLELOR DE OȚEL

— Lungimea totală a tijei nitului trebuie să fie egală cu suma grosimilor tablelor de nituit, plus capătul tijei care rămîne pentru formarea capului. Lungimea tijei nitului nu trebuie să fie mai mare decît de cinci ori diametrul tijei.

— Lungimea părții ieșite (l) a tijei nitului trebuie să fie:

$l = (0{,}8 \ldots 1{,}2)\,d$ pentru nituri cu cap înecat;

$l = (1{,}25 \ldots 1{,}5)\,d$ pentru nituri cu cap semirotund.

— Ceilalți parametri caracteristici pentru una sau două secțiuni de forfecare sînt indicați în tabela 3.30.

Tabela 3.30. **Parametrii caracteristici pentru nituirea de rezistență**

Numărul secțiunilor de forfecare n	Numărul rîndurilor de nituri m	Diametrul nitului d	Distanța de la marginea tablei e	Pasul niturilor pe rînd t	Distanța dintre rînduri e_1
	1	$2s$		2,5—3) d	$(2-2{,}5)d$
1	2	sau	$(1{,}5-2)\ d$	((4—4,5) d	sau
	3	$\sqrt{5s} - 0{,}2$ cm		$(5{,}5-6)\ d$	$(0{,}5-0{,}7)\ t$
	1			$3{,}5\ d$	
2	2	$\sim 1{,}5\ d$	$(1{,}5-2)\ d$	$(5{,}5-6)\ d$	$(3/8-0{,}5)\ t$
	3			$8d$	

Tabela 3.29. **Clasificarea niturilor după forma capului**

Denumirea	Schița	Dimensiunile după STAS	Domeniul de utilizare
Nit cu cap semirotund		797-67	Nituri cu diametre de 1—37 mm pentru nituiri de rezistență Nituri cu diametre de 10—37 mm pentru nituiri de rezistență-etanșare
Nitu cu cap tronconic		801-67	Nituiri de rezistență Nituiri de rezistență-etanșare în medii corosive. Diametre de 6—37 mm
Nit cu cap semiînecat		1257-67 802-67	Nituiri de rezistență (tinichigerie) Nituiri de rezistență-etanșare
Nit cu cap tronconic și semiînecat			Nituiri de rezistență-etanșare
Nit cu cap înecat		3165-67	Nituiri de rezistență și rezistență-etanșare
Nit cu cap plat			Pentru dogărie

6.4. PARAMETRII CARACTERISTICI PENTRU NITUIREA METALELOR UŞOARE

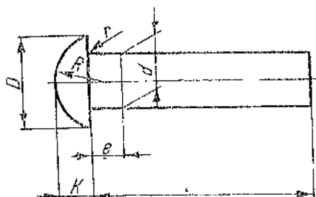
— Diametrul nitului: $d = 1{,}5s + 0{,}2$ cm;
— Pasul niturilor: $t = (2{,}5 \ldots 6)\, d$;
— Distanţa de la marginea tablei: $e = 2d$;
— Distanţa dintre rînduri: $e_1 = (2{,}5 \ldots 3)d$.

Pentru calculul de verificare al niturilor la forfecare şi presiune asupra pereţilor găurii se folosesc formulele anterioare pentru τ_{fa} şi τ_{ga}, în funcţie de rezistenţele admisibile ale materialelor respective: $\sigma_{fa} = (0{,}6 \ldots 0{,}7)\sigma_a$ [kgf/cm²]; $\sigma_{ga} = (2 \ldots 2{,}5)\ \tau_{fa}$ [kgf/cm²].

6.5. FORME ŞI DIMENSIUNI

Formele şi dimensiunile niturilor de oţel standardizate şi folosite în mod curent sînt indicate în tabelele 3.31—3.33.

Tabela 3.31. Nit de oţel cu cap semirotund (STAS 797-67)



Dimensiuni în mm

d nominal	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12
D nominal	1,8	2,1	2,9	3,5	4,4	5,3	7,1	8,8	11	14	16	19
K nominal	0,6	0,7	1,2	1,	1,5	1,8	2,4	3	3,6	4,8	6	7,2
R ≈	1	1,2	1,6	1,9	2,4	2,9	3,8	4,7	6	7,5	9	10
r maxim	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,8
e	1,5	1,5	1,5	1,5	3	3	3	4	4	4	6	6
d nominal	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12
Lungimile l nominale (cu care se fabrică niturile), corespunzătoare diametrelor d	2 3 4 5 6	3 4 5 6 7 8	3 4 5 6 7 8 9 10	4 5 6 7 8 9 10 12 14	5 6 7 8 9 10 12 14 16	6 7 8 9 10 11 12 14 16 18 20	8 9 10 11 12 14 16 18 20 22 24	8 9 10 11 12 14 16 18 20 22 24	10 11 12 14 16 18 20 22 24 26 28	16 18 20 22 24 26 30 32 36 38 40	20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40	23 26 28 30 32 34 36 38 40 42 45

Observaţie. Exemplu de notare a unui nit cu cap semirotund; cu diametrul $d = 16$ mm şi lungimea $l = 80$ mm: **Nit 16×80 STAS 797-67.**

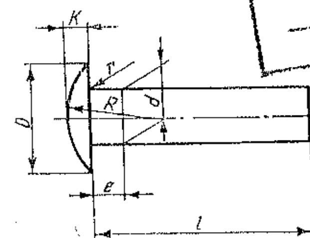


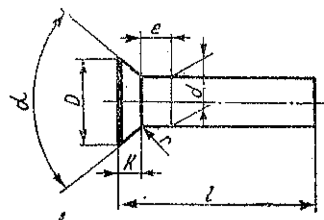
Tabela 3.32. **Nit de oţel cu cap bombat (STAS 1987-67)**

Dimensiuni în mm

d nominal	2	2,5	3	4	5	6	8
D nominal	4	5	6	8	10	12	16
K nominal	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3
R ≈	2,9	3,6	4,4	5,8	7,3	9,5	12,2
r max	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,5	0,5
e	1,5	3	3	3	4	4	4
l nominal	Masa niturilor kg/1 000 buc. ≈						
4	0,141	0,236	0,365				
5	0,165	0,274	0,420				
6	0,189	0,312	0,475	0,924			
7	0,214	0,351	0,531	1,02			
8	0,239	0,389	0,586	1,12	1,89	3,12	
9	0,263	0,428	0,642	1,22	2,04	3,34	
10	0,288	0,466	0,697	1,32	2,19	3,56	6,44
12		0,543	0,808	1,52	2,50	4,00	7,23
14		0,620	0,919	1,71	2,85	4,44	8,02
16		0,697	1,03	1,91	3,12	4,89	8,80
18		0,774	1,14	2,11	3,43	5,33	9,59
20		0,851	1,25	2,31	3,73	5,77	10,4
22			1,36	2,52	4,04	6,22	11,2
24			1,47	2,74	4,35	6,66	12,0
26			1,58	2,954	4,66	7,11	12,8
28			1,70	3,07	4,97	7,55	13,6
30			1,81	3,38	5,27	8,00	14,3

Observaţii. 1. Masele sînt calculate cu densitatea 7,85 kg/dm³ şi sînt informative. *2.* Se va evita pe cît posibil executarea niturilor la lungimi situate în afara liniilor în trepte din tabel. *3.* Exemplu de notare a unui nit cu cap bombat cu diametrul $d = 5$ mm şi lungimea $l = 10$ mm: **Nit 5×10 STAS 7987-67.**

Tabela 3.33. **Nit de oțel cu cap înecat (STAS 3165-67)**



Dimensiuni în mm

d nominal	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20
D nominal	2,9	3,9	4,5	5,2	7	8,8	10,3	13,9	17	20	24	30
K nominal	0,7	1,0	1,1	1,2	1,6	2	2,4	3,2	4,8	5,6	7,2	9
α	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	75°	75°	60°	60°
r max	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3	0,4	0,5	0,5
e	1,5	1,5	3	3	3	4	4	4	6	6	6	8
Lungimea *l* nominală	3	3	4	4	5	8	8	8	16	18	24	38
	4	4	5	5	6	9	9	9	18	20	26	40
	5	5	6	6	7	10	10	10	20	22	28	42
	6	6	7	7	8	12	12	12	22	24	30	44
	7	7	8	8	9	14	14	14	24	26	32	46
	8	8	9	9	10	16	16	16	26	28	34	48
	9	9	10	10	12	18	18	18	28	30	36	50
	10	10	12	12	14	20	20	20	30	32	38	52
	12	12	14	14	16	22	22	22	32	34	40	55
		14	16	16	18	24	24	24	34	36	42	58
		16	18	18	20	26	26	26	36	38	44	60
			20	20	22	28	28	28	38	40	46	65
				22	24	30	30	30	40	42	48	70
				24	26	32	32	32	42	44	50	75
				26	28	34	34	34	44	46	52	80
				28	30	36	36	36	46	48	55	85
				30	32	38	38	38	48	50	58	90
				32	34	40	40	40	50	52	60	95
				34	36	42	42	42	52	55	65	100
				36	38	45	45	45	55	58	70	110
				38	40	48	48	48	58	60	75	120
				40	42	50	50	50	60	65	80	130
					45	52	52	52	65	70	85	140
					48	55	55	55	70	75	90	150
					50	58	58	58	75	80	95	
						60	60	60		85	100	

Observații. 1. Se va evita pe cît posibil executarea niturilor în lungimi situate în afara liniilor în trepte din tabelă. *2.* Pentru proiecte existente la data intrării în vigoare a prezentului standard se admite, pe baza acordului între producător și beneficiar, executarea altor diametre decît cele indicate în tabelă. *3.* Exemplu de notare a unui nit cu cap înecat, cu diametrul de 10 mm și lungimea de 50 mm: **Nit 10×50 STAS 3165-67.**

7. PENE

În construcția de mașini, penele sînt folosite ca organe pentru îmbinările demontabile a două piese. În raport cu axa longitudinală a acestor piese sau cu direcția sarcinii de transmis, penele se clasifică în: pene transversale și pene longitudinale.

7.1. PENE TRANSVERSALE

Penele transversale se folosesc, în general, ca pene de fixare a două piese (de exemplu, capul de cruce cu capul tijei de piston al unei locomotive) și uneori ca pene de reglare (de exemplu, reglarea jocului între fus și cuzinetul bielei motoare la o locomotivă) sau pene de siguranță (de exemplu, pana ce fixează un fus de capul unei manivele).

Caracteristica penelor transversale este montarea acestora în direcție perpendiculară pe axa geometrică a pieselor îmbinate.

Îmbinările cu pene transversale pot fi aderente sau neaderente.

Fixarea neaderentă are loc cînd introducerea penei în locaș se face cu un efort mic; ea se folosește de obicei, cînd forțele care acționează asupra îmbinării sînt constante și dirijate în același sens. Fixarea aderentă se obține cînd introducerea penei în locaș se face cu un efort mai mare; ea este utilizată cînd îmbinarea este supusă la solicitări bruște sau cu sensuri variabile.

Penele transversale se execută cu una sau cu două fețe înclinate (fig. 3.5 și 3.6); se recomandă ca valori medii ale înclinării: $tg\alpha = 1/100 \ldots 1/50$

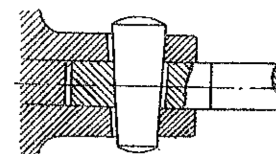


Fig. 3.5.

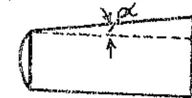


Fig. 3.6.

pentru penele de reglare din capul bielelor; $tg\alpha = 1/20$ pentru penele de fixare cu demontări dese și $tg\alpha = 1/100 \ldots 1/50$ pentru penele de fixare cu demontări rare.

Penele transversale se execută de obicei cu secţiunea dreptunghiulară; laturile mici se rotunjesc pentru a se evita blocarea penelor. Ele se confecţionează de obicei din OL 50, OL 60, OL 70 STAS 500-68 sau OLC 45 STAS 880-66.

7.2. PENE LONGITUDINALE

7.2.1. Generalităţi. După modul de transmitere a momentului de torsiune, îmbinările prin pene longitudinale sînt:

— îmbinări cu strîngere, realizate prin utlizarea penelor cu înclinarea 1 : 100 a suprafeţei superioare; aceste tipuri de îmbinări asigură transmiterea momentelor de torsiune, fără a permite deplasarea longitudinală a butucului pe arbore;

— îmbinări fără strîngere, realizate prin utilizarea penelor fără înclinare (pene paralele sau pene disc); aceste tipuri de îmbinări asigură transmiterea momentelor de torsiune şi permit deplasarea longitudinală a butucului pe arbore.

Îmbinările prin pene disc pot fi utilizate fie pentru transmiterea momentelor de torsiune, fie numai pentru fixarea poziţiei, în acest caz momentul fiind preluat prin alte elemente.

7.2.2. Tipuri şi dimensiuni. Tipurile de pene şi îmbinări prin pene longitudinale sînt arătate, după STAS 430-74, în tabela 3.34.

Penele înclinate subţiri fără nas se execută în trei forme: forma A, cu ambele capete rotunde, forma B, cu ambele capete drepte şi forma C, cu un capăt rotund şi un capăt drept. Dimensiunile acestor pene sînt indicate, după STAS 431-73, în tabela 3.35. Dimensiunile penelor înclinate subţiri cu nas sînt indicate în STAS 432-73.

Penele înclinate concave se execută în formele A, B şi C asemănător formelor pe care le au şi penele înclinate subţiri (tabela 3.36), STAS 433-73). Dimensiunile canalelor la aceste pene sînt arătate în STAS 9234-73.

Dimensiunile penelor şi canalelor pentru pene tangenţiale utilizate pentru îmbinări supuse la solicitări alternante sau cu şocuri sînt indicate, după STAS 1011-74, în tabela 3.37. În cazul îmbinărilor supuse la solicitări constante, dimensiunile sînt date în STAS 1010-74.

Secţiunile penelor şi canalelor pentru pene înclinate, după STAS 1007-71, sînt date în tabela 3.38.

Tabela 3.34. **Tipuri de îmbinări de pene şi de pene corespondente (STAS 430-74)**

Îmbinarea prin pană: Tip	Îmbinarea prin pană: Reprezentare	Îmbinarea prin pană: Conform STAS	Pana: Tip	Pana: Tip	Pana: Denumire	Pana: Reprezentare	Pana: Conform STAS
1	2	3	4	5	6	7	8
Îmbinare cu strîngere		1007-71	Pene înclinate obişnuite	fără nas	Pană înclinată A	Înclinare 1:100	1008-71
					Pană înclinată B	Înclinare 1:100	
					Pană înclinată C	Înclinare 1:100	
				cu nas	Pană înclinată cu nas	Înclinare 1:100	1009-71
		9235-73	Pene înclinate subţiri	fără nas	Pană înclinată subţire A	Înclinare 1:100	431-73
					Pană înclinată subţire B	Înclinare 1:100	

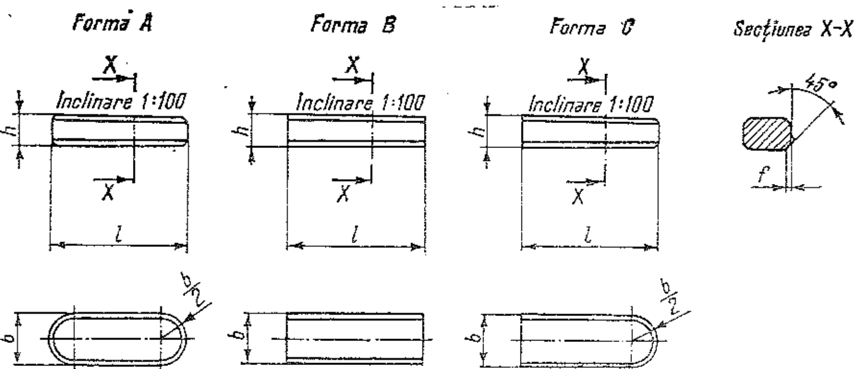
Tabela 3.34 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8
Îmbinare cu strîngere		9235-73	Pene înclinate subțiri	fără nas	Pană înclinată subțire C	Înclinare 1:100	431-73
				cu nas	Pană înclinată subțire cu nas	Înclinare 1:100	432-73
		9234-73	Pene înclinate concave	fără nas	Pană înclinată concavă A	Înclinare 1:100	433-73
					Pană înclinată concavă B	Înclinare 1:100	
					Pană înclinată concavă C	Înclinare 1:100	
				cu nas	Pană înclinată concavă cu nas	Înclinare 1:100	434-73
		1011-74	Pene tangențiale	pentru solicitări alternante sau cu șocuri			1011-74
		1010-74		pentru solicitări constante			1010-74

Tabela 3. 34 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8
Îmbinare fără strîngere		1004-71	Pene paralele	obișnuite	Pană paralelă A		1005-71
					Pană paralelă B		
					Pană paralelă C		
		9501-74	Pene paralele	subțiri	Pană paralelă subțire A		9501-74
					Pană paralelă subțire B		
					Pană paralelă subțire C		
		1012-72	Pene disc		Pană disc		1012-72

Tabela 3.35. **Pene înclinate subțiri (STAS 431-73)**

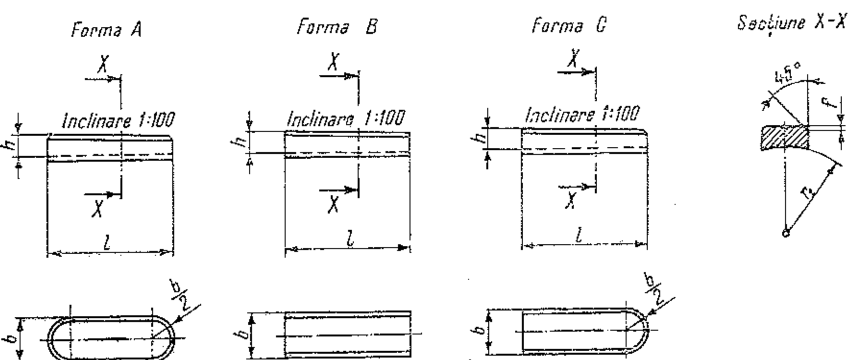


Dimensiuni în mm

b	nominal	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50
	abateri limită h 9	0 −0,036		0 −0,043				0 −0,052				0 −0,062				
h	nominal	5	6			7		8	9		10	11	12	14	16	18
	abateri limită h 11	0 −0,075						0 −0,090				0 −0,110				
f	min max.	0,40 0,25	0,40 0,60					0,60 0,80					1,00 1,20			

Observație. Rugozitatea se stabilește de către proiectant, în conformitate cu standardele în vigoare: Rugozitatea suprafețelor. Terminologie și clasificarea (STAS 5730/1-75) și Principii de alegerea rugozității (STAS 5730/2-75). *2.* Exemplu de notare a unei pene înclinate subțiri, forma A, cu lățimea b = 10 mm, înălțimea h = 6 mm și lungimea l = 28 mm: **Pană înclinată subțire A 10×6×28 STAS 431-73.**

Tabela 3.36. **Pene înclinate concave (STAS 433-37)**

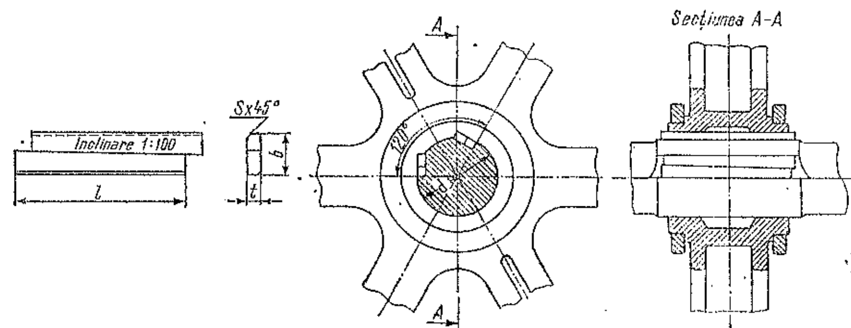


Dimensiuni în mm

b	nominal	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36
	abateri limită h9	0 −0,036		0 −0,043				0 −0,052				0 −0,062	
h	nominal	3,5	4		4,5	5		6	7		7,5	8,5	9
	abateri limită h11	4,5 −0,075							0 −0,090				
f	min.	0,25	0,40					0,60					
	max.	0,40	0,60					0,80					
r_1		15	19	22	25	29	33	38	43	48	55	65	75

Observație. — Rugozitatea se stabilește de către proiectant, în conformitate cu standardele din vigoare: Rugozitatea suprafețelor. Terminologie și clasificare (STAS 5730/1-75). Principii de alegere a rugozității (STAS 5730/2—75). Exemplu de notare a unei pene înclinate concave, forma B, cu lățimea b = 16 mm înălțimea, h = 5 mm și lungimea l = 50 mm: **Pană înclinată concavă B 16 × 5 × 50 STAS 433—73.**

Tabela 3.37. **Pene tangențiale (STAS 1011-74)**



Dimensiuni în mm

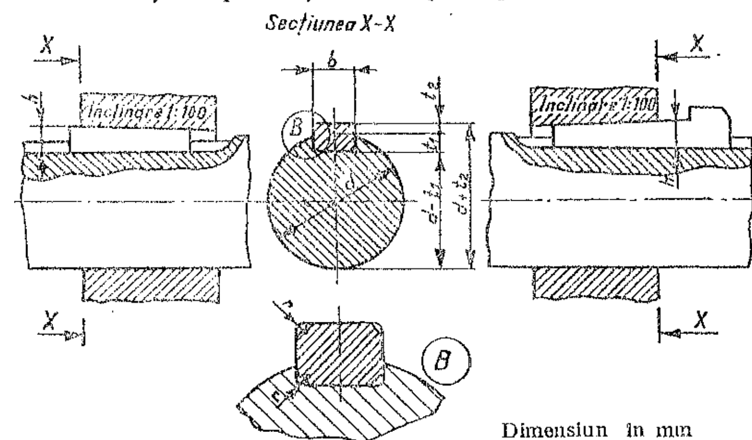
d	b	PANA: t h 11	PANA: s min.	PANA: s max.	CANAL: t nominal	CANAL: t abateri limită	CANAL: r max.	CANAL: r min.
100	30	10			10	+0,5 +0,03		
110	33	11			11	+0,6 +0,4		
120	36	12			12			
125	37,5	12,5			12,5			
130	39	13	1,0	1,2	13		1,0	0,7
140	42	14			14			
150	45	15			15			
160	48	16			16			
170	51	17			17			
180	54	18			18			1,2
190	57	19	1,6	2,0	19		1,6	
200	60	20			20			
220	66	22			22			
240	72	24			24			
250	75	25			25	+0,7 +0,4		
260	78	26			26			
280	84	28	2,5	3,0	28		2,5	2,0
300	90	30			30			
320	96	32			32			
340	102	34			34			
360	108	36			36			
380	114	38			38			
400	120	40			40			
420	126	42			42			
440	132	44			44			
450	135	45	3,0	4,0	45		3,0	3,0
460	138	46			46			
480	144	48			48			

Tabela 3.37 (continuare)

d	b	PANA: t h 11	PANA: s min.	PANA: s max.	CANAL: t nominal	CANAL: t abateri limită	CANAL: r max.	CANAL: r min.
500	150	50			50			
530	159	53			53			
560	168	56			56	+0,8	3,0	2,5
600	180	60			60	+0,5		
630	189	63			63			

Observații. 1. Lungimea l a penei, fiind dependentă de construcția îmbinării respective, se stabilește de către proiectant. Se recomandă a se alege lungimea penei cu aproximativ 10 ... 15 % mai mare ca lungimea butucului. *2.* Pentru valori intermediare ale diametrului arborelui, se recomandă a se alege valoarea t corespunzătoare diametrului imediat superior indicat în tabel. Cota b se calculează cu ajutorul relației : $b = \sqrt{t(d-t)}$ *3.* Pentru diametrele ale arborilor peste 630 mm pînă la 1000 mm se recomandă a se utiliza următoarele relații de calcul : $t = 0{,}1\ d$; $b = 0{,}3\ d$. *4.* Unghiul dintre perechile de pene poate fi modificat la 180° dacă unghiul de 120° provoacă dificultăți la montaj. *5.* Pentru pene se recomandă a se utiliza 601.k conform STAS 500/2-68 sau alte oțeluri cc rezistențe de rupere la tracțiune de minimum 590 N/mm² (60 kgf mm²).

Tabela 3.38. **Secțiunile penelor și canalelor pentru pene înclinate STAS 1007-71)**



Dimensiun în mm

Diametrul arborelui d: peste	Diametrul arborelui d: pînă la	Dimensiunile penelor b×h	Lățime arbore și butuc b: nominal	Lățime arbore și butuc b: abateri limită D 10	Adîncime arbore t_1: nominal	Adîncime arbore t_1: abateri limită	Adîncime butuc t_2: nominal	Adîncime butuc t_2: abateri limită	Raza r: max.	Raza r: min.
6	8	2×2	2	+0,060 +0,020	1,2		0,5		0,16	0,08
8	10	3×3	3		1,8		0,9		0,16	0,08
10	12	4×4	4		2,5	+0,1 0	1,2	+0,1 0	0,16	0,08
12	17	5×5	5	+0,078 +0,030	3,0		1,7		0,25	0,16
17	22	6×6	6		3,5		2,2		0,25	0,16

Tabela 3.38 (continuare)

Diametrul arborelui *d* peste	Diametrul arborelui *d* pînă la	Dimensiunile penelor $b \times h$	Lăţime arbore şi butuc *b* nominal	Lăţime arbore şi butuc *b* abateri limită D 10	Adîncime arbore t_1 nominal	Adîncime arbore t_1 abateri limită	Adîncime butuc t_2 nominal	Adîncime butuc t_2 abateri limită	Raza *r* max.	Raza *r* min.
22	30	8×7	8	+0,098 +0,040	4,0	+ 0,2 0	2,4	+0,2 0,	0,25	0,16
30	38	10×8	10		5,0		2,4		0,40	0,25
38	44	12×8	12	+0,120 +0,050	5,0		2,4		0,40	0,25
44	50	14×9	14		5,5		2,9		0,40	0,25
50	58	16×10	16		6		3,4		0,40	0,25
58	65	18×11	18		7,0		3,4		0,40	0,25
65	75	20×12	20	+0,149 +0,065	7,5		3,9		0,60	0,40
75	85	22×14	22		9,0		4,4		0,60	0,40
85	95	25×14	25		9,0		4,4		0,60	0,40
95	110	28×16	28		10,0		5,4		0,60	0,40
110	130	32×18	32	+0,180 +0,080	11,0	+0,3 0	6,4	+0,3 0	0,60	0,40
130	150	36×20	36		12,0		7,1		1,00	0,70
150	170	40×22	40		13,0		8,1		1,00	0,70
170	200	45×25	45		15,0		9,1		1,00	0,70
200	230	50×28	50		17,0		10,1		1,00	0,70
230	260	56×32	56	+0,220 +0,100	20,0		11,1		1,60	1,20
260	290	63×32	63		20,0		11,1		1,60	1,20
290	330	70×36	70		22,0		13,1		1,60	1,20
330	380	80×40	80		25,0		14,1		2,50	2,00
380	440	90×54	90	+0,260 +0,120	28,0		16,1		2,50	2,00
440	500	100×50	100		31,0		18,1		2,50	2,00

Observaţii. 1. Relaţia dintre diametrul arborelui şi secţiunea penei este valabilă pentru îmbinări normale. Se admite utilizarea unei pene standardizate de secţiune mai mică decît cea indicată pentru diametrul corespunzător al arborelui, dacă rezistenţa penei este suficientă pentru transmiterea efortului respectiv (pentru arbori tubulari, arbori în trepte, sau la transmiterea de momente de răsucire reduse). În acest caz. adîncimile t_1 şi t_2 se vor recalcula pentru a menţine înălţimile laterale de contact egale cu $h/2$. Nu se admite utilizarea unei pene de secţiune mai maril decît cea indicată pentru diametrul corespunzător al arborelui. *2.* Verificarea adîncimii canalului în arbore şi în butuc se efectuează fie prin măsurare directă, fie prin măsurarea dimensiunilor $(d - t_1)$ şi $(d + t_2)$. Abaterile limită indicate pentru t_1 şi t_2 rămîn valabile şi pentru cotele $(d - t_1)$ şi $(d + t_2)$, cu observaţia că abaterea limită dată în tabel pentru t_1 îşi schimbă semnul. Cota t_2 reprezintă adîncimea maximă a canalului în butuc şi este măsurată la capătul butucului, în partea prin care se introduce pana. *3.* Îmbinarea prin pene înclinate necesită un ajustaj al penelor la montaj. Dimensiunile şi abaterile limită indicate în tabel au fost stabilite astfel încît acest ajustaj să fie posibil în toate cazurile. *4.* Pentru reparaţiile utilajelor existente sau în curs de execuţie la data intrării în vigoare a prezentului standard se admite utilizarea penelor şi de alte dimensiuni. *5.* Detaliile nereglementate prin prezentul standard se vor stabili de către proiectant, în conformitate cu standardele în vigoare: STAS 5730/1-75 Rugozitatea suprafeţei. Terminologie şi clasificare STAS 5730/2-75. Principii de alegere a rugozităţii.

Capitolul 4

ANGRENAJE

1. GENERALITĂŢI.

Angrenajul este un mecanism alcătuit în general, din două roţi dinţate — una conducătoare şi alta condusă — pentru transmiterea unei mişcări de rotaţie de la un arbore conducător la un arbore condus. După poziţia celor doi arbori între care se transmite mişcarea şi după tipurile de danturi ale roţilor dinţate, angrenajele se pot clasifica astfel:

a. Angrenaje cu roţi cilindrice

1) Angrenaje cu axe paralele:
— angrenajul cilindric cu dinţi drepţi;
— angrenajul cilindric cu dinţi înclinaţi;
— angrenajul cilindric cu dinţi curbi.

2) Angrenaje cu axe neparalele şi neconcurente:
— angrenajul elicoidal;
— angrenajul cu melc.

b. Angrenaje cu roţi conice

1) Angrenaje cu axe concurente:
— angrenajul conic cu dinţi drepţi;
— angrenajul conic cu dinţi înclinaţi;
— angrenajul conic cu dinţi curbi.

2) Angrenaje cu axe neparalele şi neconcurente:
— angrenajul hipoid cu dinţi înclinaţi;
— angrenajul hipoid cu dinţi curbi.

În acest subcapitol sînt descrise angrenajele cele mai des folosite în construcţiile de maşini.

Roţile dinţate se execută prin prelucrare la maşini-unelte, prin turnare, prin ştanţare etc. Ultimele se folosesc la angrenaje care nu necesită o precizie de construcţie şi funcţionare prea mare şi au avanatjul că sînt mai puţin costisitoare decît primele. Roţile turnate se utilizează în construcţia maşinilor agricole, a unor maşini de ridicat etc. Roţile ştanţate se întrebuinţează la aparatele de măsurat, în ceasornicărie etc. Pentru angrenajele care necesită o precizie mai mare, se folosesc roţile dinţate prelucrate cu ajutorul maşinilor-unelte.

Elementele care definesc dintele unei roţi dinţate (fig. 4.1) sînt următoarele:

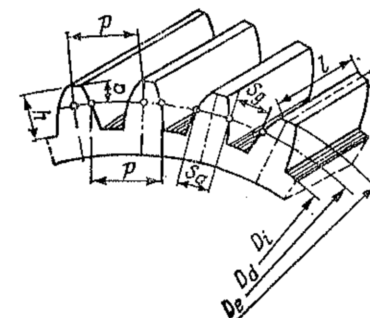


Fig. 4.1.

— *Capul dintelui* este partea dintelui situată la exteriorul cercului de divizare.

— *Înălțimea capului a* este distanța pe rază, între cercul de divizare și cercul exterior.

— *Piciorul dintelui* este partea dintelui situată între corpul roții și cercul de divizare.

— *Înălțimea piciorului b* este distanța pe rază, între cercul de divizare și cercul interior.

— *Creștetul dintelui* este suprafața care mărginește dintele deasupra.

— *Rădăcina dintelui* este partea dintelui comună cu partea plină a roții.

— *Înălțimea* sau *adîncimea golului* $h = a + b$ este distanța măsurată pe rază între cercul exterior și cercul interior.

— *Grosimea dintelui* s_d este distanța dintre flancuri măsurată pe cercul de divizare (primitiv).

— *Lărgimea golului* s_g este distanța măsurată pe cercul de divizare (primitiv) între flancurile a doi dinți alăturați.

Între grosimea dintelui, lățimea golului și pas există relația

$$s_d + s_g = p.$$

Lungimea dintelui l al unei roți dințate, este distanța dintre suprafețele care limitează corpul dintelui (egală cu lățimea L a coroanei roții dințate în cazul dinților drepți).

Dintre elementele geometrice ale angrenajelor se menționează:

— *Cercul exterior*, notat prin diametrul D_e, este cercul care mărginește dinții în exterior.

— *Cercul interior*, notat prin diametrul D_i, este cercul care mărginește fundul golurilor dintre dinții unei roți.

— *Cercul de divizare* (D_d) este un cerc convențional pe care se face împărțirea în dinți a roții (modulul, pasul). La angrenajele cu profil în evolventă nedeplasat cercul de divizare coincide cu cercul primitiv.

— *Linia centrelor* este linia dreaptă care unește axele a două roți dințate care angrenează.

— *Pasul* (sau *pasul circular*) p este distnța dintre flancurile de același sens a doi dinți alăturați ai roții, măsurată pe cercul de divizare (primitiv): $p = \pi D_d/z$, în care z este numărul de dinți ai roții dințate

— *Modulul* (sau *pasul diametral*) m este lungimea ce revine pe diametrul cercului de divizare (primitiv) pentru un dinte al roții. Numeric, modulul este egal cu raportul dintre diametrul de divizare (primitiv) și numărul de dinți $m = D_d/z$.

Modulul se măsoară în milimetri și este legat de pas prin relația: $m = p/\pi$.

Notații uzuale la angrenaje. La angrenaje se folosesc următoarele notații uzuale (fig. 4.2.):

O_1O_2 — linia centrelor (dreapta care unește centrele O_1 și O_2 ale celor două roți care angrenează);

A — distanța dintre centre (axe) (lungimea segmentului de dreaptă cuprins între centre);

R_{d1}, R_{d2}; D_{d1}, D_{d2} — razele și diametrele cercurilor de divizare; pe aceste cercuri se măsoară pasul și unghiul de angrenare al roților, în cazul cînd roțile dințate au danturi deplasate;

R_{b1}, R_{b2}; D_{b1}, D_{b2} — razele și diametrele cercurilor de bază. Pe aceste cercuri se rostogolește linia generatoare pentru a obține profilul în evolventă al dintelui;

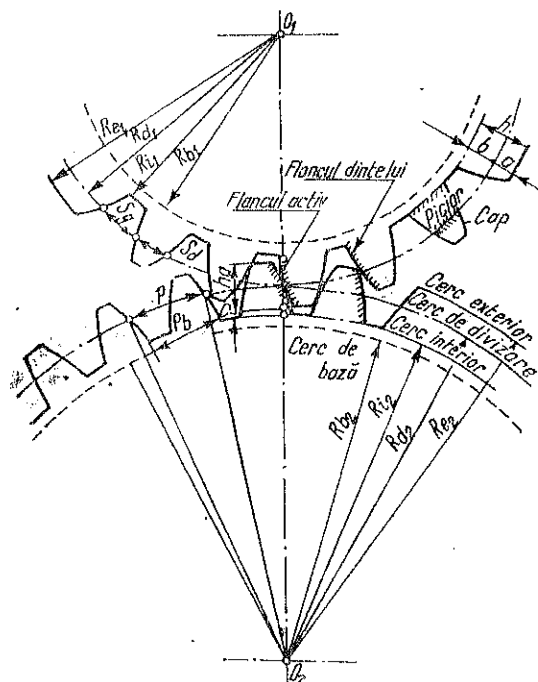


Fig. 4.2.

R_{e1}, R_{e2}; D_{e1}, D_{e2} — razele și diametrele cercurilor exterioare;

R_{i1}, R_{i2}; D_{i1}, D_{i2} — razele și diametrele cercurilor interioare.

2. ANGRENAJE CILINDRICE

2.1. GENERALITĂȚI

Cele ce urmează se referă la angrenajele standardizate formate din roți dințate cu dantură în evolventă. Profilul flancurilor dinților acestor roți dințate este deci o curbă care este o porțiune dintr-o evolventă.

Pentru angrenajele cilindrice cu profil în evolventă, *unghiul de angrenaje* α este unghiul caracteristic al angrenării și reprezintă unghiul dintre linia de angrenare fixă K_1K_2 și normala la linia centrelor O_1 și O_2 (fig. 4.3).

Linia de angrenare K_1K_2 reprezintă linia fixă față de linia centrelor O_1O_2 pe care se deplasează, în timpul angrenării, punctul de contact al profilelor conjugate.

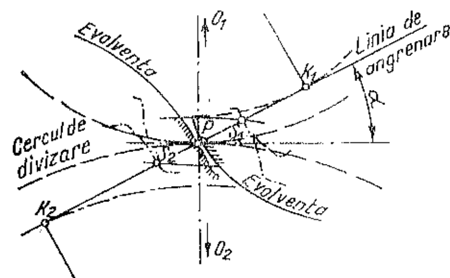


Fig. 4.3.

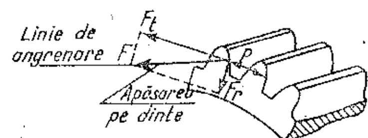


Fig. 4.4.

Apăsarea pe dinte F se exercită pe dinte în direcția liniei de angrenare și se descompune într-o componentă tangențială F_t la cercul primitiv și o componentă radială F_r (fig. 4.4).

Profilul de referință pentru roțile dințate cu același modul și unghi de angrenare α este profilul unei cremaliere de referință care angrenează corect cu toate roțile necorijate avînd același modul și unghi de angrenare.

Cremaliera de referință este o porțiune a unei roți dințate cilindrice cu diametrul infinit și cu număr infinit de dinți, al cărui profil servește ca bază pentru sistemul de angrenaje cu roți dințate cilindrice cu dinți drepți sau înclinați, avînd profilul frontal în evolventă.

Cremaliera inversă este *cremaliera generatoare*, care prin rostogolire pe cercul de divizare al roții dințate generează dantura acestei roți.

Profilul cremalierei de referință este prezentat în fig. 4.5. În STAS 821-75 sînt stabilite caracteristicile cremalierei de referință pentru angrenajele cilindrice în evolventă (interioare sau exterioare), utilizate în industria de mașini de uz general și în industria de mașini grele, cu modulul cuprins între $1 \leqslant m \leqslant 50$. Înălțimea danturilor acestor angrenaje trebuie calculată pentru fiecare caz în parte.

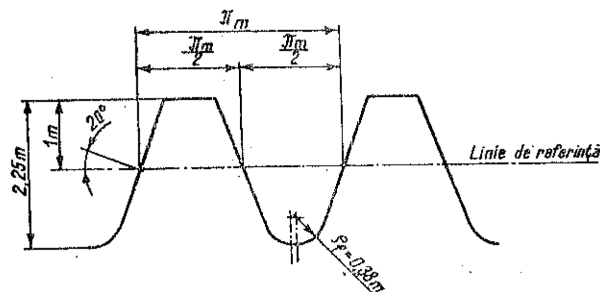


Fig. 4.5.

Profilul cremalierei de referință are următoarele caracteristici:
- flancuri rectilinii;
- unghiul de presiune de 20[1];
- înălțimea dintelui 2,25 m.

Capetele dinților sînt situate față de linia de referință la o distanță egală cu modulul. Grosimea dinților, măsurată pe această linie, este egală cu lățimea golului. Valoarea razei de racordare la fundul dintelui este de 0,38 m.

În cazul în care se consideră necesară flancarea profilului, aceasta trebuie să se realizeze de preferință prin flancarea capului (fig. 4.6).

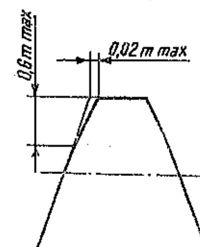


Fig. 4.6.

Cremaliera de referință avînd raza de racordare standard de 0,38 m se notează: Cremalieră de referință STAS 821-75. În notarea cremalierei de referință cu raza de racordare diferită de 0,38 m se indică valoarea razei de racordare, iar în notarea cremalierei de referință flancate se adaugă litera F. Exemplu de notare: Cremalieră de referință $\delta_f = 0{,}25$-F STAS 821-75.

Jocul la fund al unui angrenaj nu trebuie să coincidă neapărat cu cel corespunzător cremalierei de referință; în unele cazuri se obține un joc la fund mai mare, depinzînd de tehnologia de generare a danturii (scula de dantutare realizînd o tăiere mai adîncă decît valoarea nominală indicată).

Pentru profilul cremalierei de referință, valoarea maximă admisibilă a razei de racordare pentru un anumit joc la fund (c) se obține cu relația: $\rho_{f\,max} = \dfrac{c}{1 - \sin\alpha}$.

Gama modulilor standardizați pentru angrenajele cilindrice cu profilul în evolventă, angrenajele conice cu dinți drepți sau înclinați și angrenajele melcate cu melc cilindric sînt indicate, după STAS 822-61, în tabela 4.1.

Modulii din coloana I sînt de preferat.

Tabela 4.1. **Gama modulilor (STAS 822-61) (valori în mm)**

I	0,05	0,06	0,08	0,1	0,12	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,25
II	0,055	0,07	0,09	0,11	0,14	0,18	0,22	0,28	0,35	0,45	0,55	0,7	0,9	1,125	1,375
I	**1,5**	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	32	40
II	1,75	2,25	2,75	3,5	4,5	5,5	7	9	11	14	18	22	28	36	45

Observații. *1.* Se admite folosirea modurilor 3,25 mm, 3,75 mm și 4,25 mm pentru construcția de automobile și a modulului 6,5 mm pentru construcția de tractoare. *2.* În cazuri excepționale se admite folosirea modurilor 0,16 mm, 56 mm și 63 mm. *3*În STAS sînt prevăzute și modulii: 50; 55; 60; 70; 80; 90 și 100 mm, utilizați în industrie pentru construcții speciale.

În cazul roților dințate cilindrice cu dinți înclinați în V, W etc., valorile din tabelă se referă la modulul normal al danturii; în cazuri excepționale se admite adoptarea acestor valori pentru modulul frontal al danturii.

În cazul roților dințate conice, valorile din tabelă se referă la modulul maxim al danturii.

În cazul angrenajelor melcate cu melc cilindric, valorile din tabelă se referă la modulul axial al melcului; în cazuri excepționale, se admite adoptarea acestor valori pentru modulul normal al melcului.

2.2. ANGRENAJE CILINDRICE CU DINȚI DREPȚI

Roțile dințate cilindrice cu dinți drepți se execută, în general, cu dinți exteriori (fig. 4.7) și, uneori, cu dinți interiori. Aceste roți, fără corijare, se pot prelucra pînă la un anumit număr minim de dinți în funcție de cele trei valori admise pentru unghiul de angrenare α și anume:

$$z_{min} = 14 \text{ dinți, pentru } \alpha = 20°;$$

$$z_{min} = 25 \text{ dinți, pentru } \alpha = 15°;$$

$$z_{min} = 27 \text{ dinți, pentru } \alpha = 14°30'$$

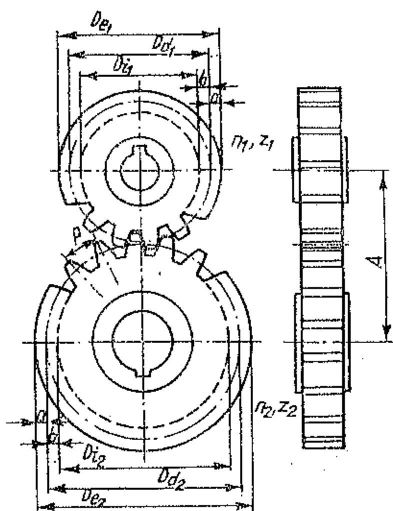


Fig. 4.7.

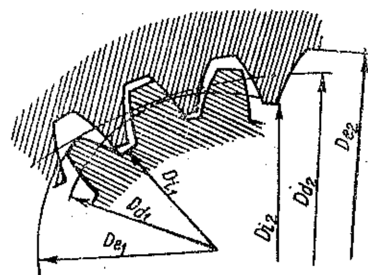


Fig. 4.8.

Pentru prelucrarea roților cu un număr mai mic de dinți, trebuie folosite scule speciale sau un anumit procedeu de lucru cu mașina la care se taie dinții. Formulele de calcul pentru angrenajele normale (necorijate) de roți dințate cilindrice cu dinți interiori drepți sînt date în tabela 4.2.

Tabela 4.2. **Formule de calcul pentru angrenaje cilindrice cu dinți drepți cu profil în evaluentă, normal**

Elemente căutate		Formule de calcul
Turația roții conducătoare . . .	n_1	$i \cdot n_2$; $n_2 \cdot \frac{z_2}{z_1}$
Turația roții conduse	n_2	$\frac{n_1}{i}$; $n_1 \cdot \frac{z_1}{z_2}$
Numărul de dinți ai roții conducătoare	z_1	$\frac{z_2}{i}$; $z_2 \cdot \frac{n_2}{n_1}$; $\frac{D_{d1}}{m}$; $\frac{D_{e1} - 2m}{m}$; $\frac{\pi \cdot D_{d1}}{p}$
Numărul de dinți ai roții conduse	z_2	$i \cdot z_1$; $z_1 \cdot \frac{n_1}{n_2}$; $\frac{D_{d2}}{m}$; $\frac{D_{e2} - 2m}{m}$; $\frac{\pi \cdot D_{d2}}{p}$
Raportul de transmitere	i	$\frac{n_1}{n_2}$; $\frac{z_1}{z_2}$; $\frac{D_{d_1}}{D_{d_2}}$
Modulul (mm)	m	$\frac{p}{\pi}$; $\frac{D_g}{z + 2}$; $\frac{D_d}{z}$; $\frac{D_e - D_d}{2}$
Pasul (mm)	p	$\pi \cdot m$; $\frac{\pi \cdot D_d}{z}$; $\frac{\pi \cdot D_e}{z+2}$; $s_g + s_d$; $\frac{F_l}{b_1 \cdot c_r}$; $\frac{75P}{l \cdot v \cdot c_r}$
Diametrele cercurilor exterioare (mm)	D_{e1} D_{e2}	$m(z + 2)$; $D_d - 2m$; $\frac{p}{\pi}(z + 2)$
Diametrele cercurilor de divizare (mm)	D_{d1} D_{d2}	$D_e - 2m$; $m \cdot z$; $\frac{p}{\pi} \cdot z$
Înălțimea dintelui (adîncimea golului), (mm)	h	$a + b$; $2m + c$
Înălțimea capului dintelui (mm)	a	m ; $\frac{p}{\pi}$
Înălțimea piciorului dintelui (mm)	b	$m + c$
Jocul la flancuri (mm)	j	$p/20$ la dinți turnați $p/40$ la dinți prelucrați $p/80$ la dinți rectificați
Jocul la fund (mm)	c	$= (0{,}2 \ldots 0{,}3)\, m$
Lungimea dintelui (mm).		Angrenaje pentru puteri mici: $2p$; $6m$ Angrenaje obișnuite: $2p - 3p$; $6m - 10m$ Angrenaje pentru puteri și viteze mari: $3p - 5p$; $10m - 15\, m$

Tabela 4.2 (continuare)

Elemente căutate		Formule de calcul
Grosimea dintelui (pe cercul de divizare (mm)	s_d	$\frac{p}{2}$; $\frac{\pi \cdot m}{2}$
Lărgimea golului (pe cercul de divizare), (mm)	s_g	$\frac{p}{2}$; $\frac{\pi \cdot m}{2}$
Unghiul de angrenare	α	20°
Unghiul flancurilor	2α	40°
Lățimea coroanei $l = L$ (mm)	L	Minimum 1,6 m
Distanța între axele (centrele) roților (mm)	A	$m \cdot \frac{z_1 + z_2}{2}$; $\frac{D_{d1} + D_{d2}}{2}$
Viteza tangențială pe cercul de divizare (m/s)	v	$\frac{\pi D_d \cdot n}{60 \cdot 100}$ (D_d în cm)
Componenta tangențială la cercul de divizare a presiunii pe dinte (kgf)	F_t	$\frac{75 P \cdot 75}{v} \approx \frac{143\,200 \cdot P}{n \cdot D_d}$; $c_r \cdot l \cdot p$ (l, p și D_d în cm)
Puterea transmisă prin roata conducătoare (CP)	P_1	$\frac{F_t \cdot v}{75}$; $\frac{P_2}{\eta}$
Puterea transmisă prin roata condusă (CP)	P_2	$P_1 \cdot \eta$
Coeficientul de solicitare a materialului (kgf/cm²)	c_r	v. tabela 4.6
Randamentul transmisiei	η	$\frac{P_2}{P_1}$

Pentru angrenajele cilindrice cu dinți interiori drepți (fig. 4.8) se folosesc aceleași formule. Piciorul dintelui $b = 1{,}25m$, iar distanța între axe este: $A = \frac{D_{d2} - D_{d1}}{2} = \frac{z_2 - z_1}{2} m$.

Angrenarea în acest caz este posibilă numai cînd $z_2 - z_1 \geq 8$.

Exemple pentru calculul angrenajelor cilindrice cu dinți drepți

1. O roată cu 40 dinți cu modulul 3 trebuie să angreneze o roată cu 50 dinți. Să se determine D_e, D_d, A și h.

$D_d = zm = 40 \times 3 = 120$ mm; $D_e = (z + 2)\, m = (40 + 2)3 = 126$ mm;

$p = m\pi = 3\pi = 9{,}42$ mm; $h = 2$ m $+ c = 2 \times 3 + 0{,}2 \times 3 = 6{,}6$ mm;

$$A = \frac{z_1 + z_2}{2} m = \frac{40 + 50}{2} 3 = 135 \text{ mm}.$$

2. Să se calculeze modulul și pasul unei roți cu 24 dinți și cu diametrul exterior de 260 mm.

$$\text{Modulul } m = \frac{D_e}{z + 2} = \frac{260}{24 + 2} = 10 \text{ mm}.$$

Pasul măsurat pe diametrul primitiv este $p = m\pi = 10 \times 3{,}14 = 31{,}4$ mm.

În tabela 4.3 sînt date valorile coeficientului c_r al materialului pentru roți dințate cilindrice și conice cu dinți prelucrați.

Tabela 4.3. **Coeficient de solicitare a materialului c_r, kgf/cm²**
(v. tabelele 4.5 și 4.6)

Material	Viteza periferică v, în m/s													
	0,25	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12...15
Fontă	28	27	26	23	21	19	18	17	16	14	13	12	11	10
Oțel turnat	56	54	52	46	42	38	36	34	32	28	26	24	22	20
Oțel forjat	84	81	78	69	63	57	54	51	48	42	39	36	33	30
Bronz fosforos	48	46	44	39	36	32	31	29	27	24	22	20	19	17
Bronz	36	35	34	30	27	25	23	22	21	18	17	16	14	13
Oțel cu nichel	168	162	156	138	126	114	108	102	96	84	78	72	66	60
Roți din oțel crom-nichel călit în ulei	224	216	208	184	168	152	144	136	128	112	104	96	88	80
Fibră Vulkan	9	8	8	7	7	6	6	5	5	4	4	4	4	3

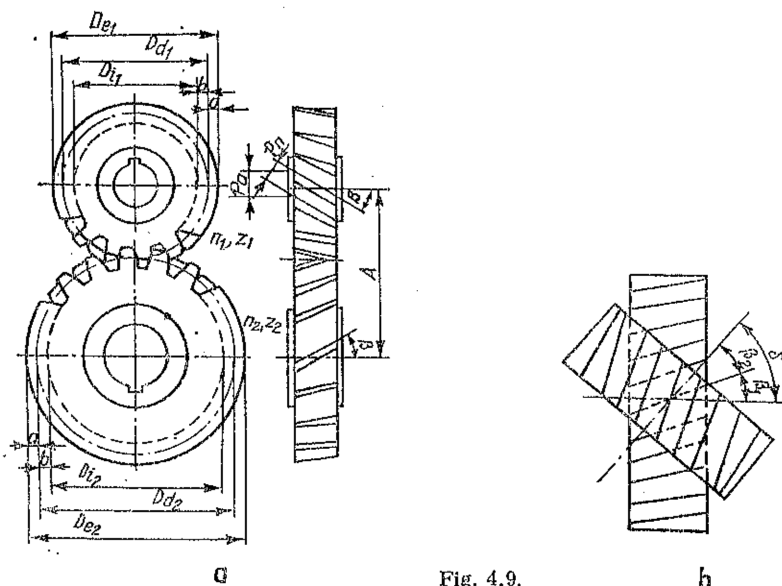
2.3. ANGRENAJE CILINDRICE CU DINȚI ÎNCLINAȚI

Angrenajele cilindrice cu dinți înclinați pot fi cu axele paralele sau cu axele încrucișate sub un unghi δ, cînd se mai numesc și *angrenaje elicoidale*. În primul caz, flancurile dinților sînt înclinate cu același unghi β (fig. 4.9, *a*) față de axele paralele ale roților, însă cu sensuri diferite: la roțile elicoidale flancurile dinților sînt înclinate cu unghiurile β_1 și β_2 (fig. 4.9, *b*) astfel că $\beta_1 + \beta_2 = \delta$; în acest caz, înclinarea dinților are același sens, adică ambele roți au dinții înclinați fie spre dreapta, fie spre stînga.

În calculul roților cilindrice cu dinți înclinați intervin noi elemente ca: pas normal, pas aparent, modul normal, modul aparent etc. (fig. 4.9,*a* și 4.10).

Pasul normal p_n — sau *pasul dinților* este distanța dintre axele a doi dinți alăturați, măsurată într-un plan perpendicular pe axa roților.

Pasul aparent p_a — este distanţa dintre doi dinţi alăturaţi, măsurată într-un plan perpendicular pe axa roţii; valoarea acestuia este dată de raportul dintre pasul normal p_n şi cosinusul unghiului β (de



a Fig. 4.9. b

înclinare a elicei) pe care-l fac dinţii cu axa roţii, sau raportul dintre circumferinţa primitivă şi numărul de dinţi:

$$p_a = \frac{p_n}{\cos\beta} = \frac{\pi D_d}{z}.$$

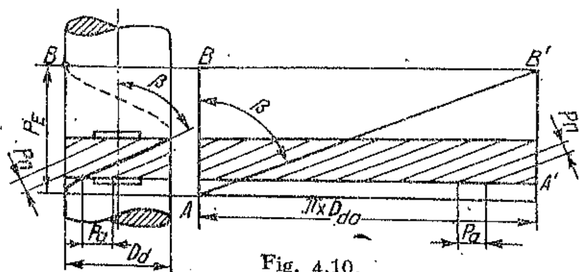


Fig. 4.10.

În cazul angrenajului elicoidal, fiecare roată are un pas aparent diferit: $p_{a1} = \frac{p_n}{\cos\beta_1}$ şi $p_{a2} = \frac{p_n}{\cos\beta_2}$.

Modulul normal m_n este raportul dintre pasul normal şi π;

$$m_n = \frac{p_n}{\pi} = \frac{p_a \cdot \cos\beta}{\pi} = m_a \cdot \cos\beta.$$

Modul normal este acelaşi pentru roţile unui angrenaj elicoidal în timp ce modulul aparent variază pentru fiecare roată dinţată după valorile unghiurilor β_1 şi β_2.

Modulul aparent m_a este raportul dintre modulul normal m_n şi cosinusul unghiului β: $m_a = \frac{m_n}{\cos\beta}$.

În cazul angrenajului elicoidal modulele aparente ale roţilor au valori diferite pentru acelaşi modul normal m_n:

$$m_{a1} = \frac{m_n}{\cos\beta_1} \text{ şi } m_{a2} = \frac{m_n}{\cos\beta_2}.$$

Pasul elicei P_E se calculează cu formula: $P_E = \frac{\pi D_d}{\text{tg}\,\beta}$.

La angrenajul elicoidal, roata conducătoare şi roata condusă au pentru pasul elicei valori diferite:

$$P_{E1} = \frac{D_{d1}}{\text{tg}\,\beta_1} \text{ şi } P_{E2} = \frac{D_{d2}}{\text{tg}\,\beta_2}.$$

Înclinarea elicei se obţine din relaţia: $\text{tg}\,\beta = \frac{\pi D_d}{P_E}$.

La angrenajul elicoidal, se folosesc relaţiile:

$$\text{tg}\,\beta_1 = \pi D_{d1}/P_{E1} \text{ şi } \text{tg}\,\beta_2 = \pi D_{d2}/P_{E2}.$$

Numărul minim de dinţi z_{min}. La roţile cu dinţi înclinaţi, numărul minim de dinţi este dat de următoarele relaţii:

$z_{min} = 14 \cos^3\beta$ pentru unghiul de angrenare $\alpha = 20°$;
$z_{min} = 25 \cos^3\beta$ pentru unghiul de angrenare $\alpha = 15°$;
$z_{min} = 27 \cos^3\beta$ pentru unghiul de angrenare $\alpha = 14°30'$.

Forţa de apăsare pe dinţi F. La angrenajele cu dinţi înclinaţi (axele roţilor paralele) ca şi la angrenajele elicoidale (axele roţilor întretăiate sub un unghi δ), componetele forţei F de apăsare pe dinte se descompun astfel cum se indică în figura 4.11, dacă nu se ţine seama de frecare.

În cazul roţilor înclinate, componentele lui F sînt:

$$F_n \text{ şi } F_a = F_n \cdot \text{tg}\,\beta.$$

În cazul roţilor elicoidale, componentele lui F au valorile:

$F_{a1} = F_1 \cdot \text{tg}(\beta_1 - \rho)$; $F_{a2} = F_2 \cdot \text{tg}(\beta_2 - \rho)$,

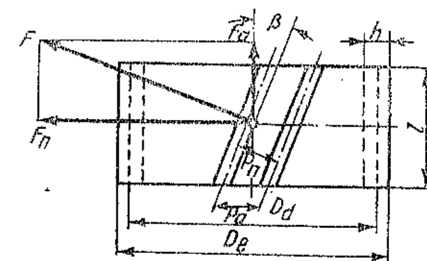


Fig. 4.11.

în care ρ este unghiul de frecare, legat de coeficientul de frecare μ prin relația: $\mu = \text{tg}\ \rho$.

Viteze de alunecare. Cînd axele roților dințate ale angrenajului elicoidal se intersectează sub un unghi δ, se naște o viteză de alunecare v_a între suprafețele de contact ale dinților.

Valoarea vitezei de alunecare este:

$$v_a = \frac{v_1}{\cos \beta_2} \sin \delta = \frac{v_2}{\cos \beta_1} \sin \delta;$$

pentru $\delta = 90°$, se obține: $v_a = \dfrac{v_1}{\cos \beta_2} = \dfrac{v_1}{\sin \beta_1} = \dfrac{v_2}{\sin \beta_2}$,

în care: v_1 este viteza periferică a roții conducătoare;
v_2 — viteza periferică a roții conduse.

La roțile cu dinți înclinați, cu axele paralele, valoarea vitezei de alunecare este nulă.

Unghiul de înclinare a dinților. Angrenajele cilindrice elicoidale se pot executa cu următoarele caracteristici:

— diametrele primitive egale și unghiurile de înclinare ale dinților diferite;

— diametrele primitive diferite și unghiurile de înclinare ale dinților diferite;

— diametrele primitive diferite și unghiurile de înclinare ale dinților egale.

În tabela 4.4 sînt date valorile în grade ale înclinării dinților la angrenajele elicoidale, cînd $\delta = 90°$, în funcție de raportul de transmitere i al roților conducătoare și conduse.

Se ia totdeauna $\beta_1 > \beta_2$, deoarece randamentul angrenajului este mai mare decît în cazul cînd $\beta_1 < \beta_2$.

În tabela 4.5 sînt date formulele de calcul pentru angrenajele cilindrice elicoidale. Aceste formule rămîn valabile și pentru roțile cilin-

Tabela 4.4. **Unghiurile de înclinare β_1 și β_2 în funcție de raportul de transmitere la angrenaje elicoidale cu unghiul $\delta = 90°$**

Raportul de transmitere $i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{D_{d2} \cos \beta_2}{D_{d1} \cos \beta_1}$	Unghiul de înclinare a dinților	
	la roata conducătoare β_1	la roata condusă β_2
1 : 1	45°	45°
$1^1/_2$: 1	56°19′	33°45′
2 : 1	63°26′	26°34′
$2^1/_2$: 1	68°12′	21°48′
3 : 1	71°34′	18°26′
$3^1/_2$: 1	74°3′	15°57′
4 : 1	75°58′	14°3′
$4^1/_2$: 1	77°28′	12°32′
5 : 1	78°41′	11°19′

Tabela 4.5. **Formule de calcul pentru angrenajele cilindrice elicoidale cu profil în evolventă, normal**

Elementele căutate		Formule pentru rezolvare
Turația roții conducătoare	n_1	$i \cdot n_2$; $n_2 \cdot \frac{z_2}{z_1}$
Turația roții conduse	n_2	$\frac{n_1}{i}$; $n_1 \cdot \frac{z_1}{z_2}$
Numărul de dinți al roții conducătoare	z_1	$\frac{z_2}{i}$; $z_2 \cdot \frac{n_2}{n_1}$; $\frac{D_{d1}}{m_{a1}}$
Numărul de dinți al roții conduse	z_2	$i \cdot z_1$; $z_1 \cdot \frac{n_1}{n_2}$; $\frac{D_{d2}}{m_{d2}}$
Raportul de transmitere	i	$\frac{n_1}{n_2}$; $\frac{z_2}{z_1}$; $\frac{D_{d2} \cos \beta_2}{D_{d1} \cos \beta_1}$
Modulul normal, mm	m_n	$\frac{p_n}{\pi}$; $m_{a1} \cdot \cos \beta_1$; $m_{a2} \cos \beta_2$; $\frac{D_{d1}}{z_1} \cos \beta_1$; $\frac{D_{d2}}{z_2} \cos \beta_2$
Modulul aparent al roții conducătoare, mm	m_{a_1}	$\frac{m_n}{\cos \beta_1}$; $\frac{p_{a1}}{\pi}$
Modulul aparent al roții conduse, mm	m_{a_2}	$\frac{m_n}{\cos \beta_2}$; $\frac{p_{a2}}{\pi}$
Pasul normal, mm	p_n	$m_a \pi$; $p_{a1} \cos \beta_1$; $p_{a2} \cos \beta_2$
Pasul aparent al roții conducătoare, mm	p_{a1}	$m_{a1}\pi$; $\frac{p_n}{\cos \beta_1}$
Pasul aparent al roții conduse, mm	p_{a2}	$m_{a2} \pi$; $\frac{p_n}{\cos \beta_2}$
Diametrul de divizare al roții conducătoare, mm	D_{d1}	$m_{a1} z_1$; $\frac{m_n \cdot z_1}{\cos \beta_1}$; $\frac{p_{a1}}{\pi} z_1$
Diametrul de divizare al roții conduse, mm	D_{d2}	$m_{a2} z_2$; $\frac{m_n \cdot z_2}{\cos \beta_2}$; $\frac{p_{a1}}{\pi} z_2$
Diametrul exterior al roții conducătoare, mm	D_{e1}	$D_{d1} + 2m_n$
Diametrul exterior al roții conduse, mm	D_{e2}	$D_{d2} + m_n$
Înălțimea dintelui, mm	h	$a + b$; $2 \frac{1}{6} m_n$

Tabela 4.5 (continuare)

Elementele căutate		Formule pentru rezolvare
Înălțimea capului dintelui, mm . .	a	m_n; $\frac{p_n}{\pi}$
Înălțimea piciorului dintelui, mm	b	$a + c$; $m_n + c$; $1\frac{1}{6}m_n$
Jocul la fund, mm	c	$\frac{1}{6}m_n$
Lungimea dintelui, mm	l	cira 10 m sau 3 p
Distanța între axele (centrele) roților, mm	A	$\frac{1}{2}(D_{d1} + D_{d2})$
Unghiul de întretăiere a axelor, grade	δ	$\beta_1 + \beta_2$
Unghiul de angrenare, grade . . .	α	20°
Unghiul de înclinare a elicei la roata conducătoare, grade	β_1	$\beta_1 \geqslant \beta_2$
Unghiul de înclinare a elicei la roata condusă, grade	β_2	$\beta_2 \leqslant \beta_1$
Unghiul de pantă a elicei la roata conducătoare, grade	γ_1	$90° - \beta_1$
Unghiul de pantă a elicei la roata condusă, grade	γ_2	$90° - \beta_2$
Viteza periferică pe cercul de divizare m/s	v	$\frac{\pi D_d n}{60\,000}$
Viteza de alunecare, m/s	v_a	$\frac{v_1}{\cos\beta_2}\cdot\sin(\beta_1+\beta_2)$; $\frac{v_2}{\cos\beta_2}\cdot\sin(\beta_1+\beta_2)$
Componenta F_1 pentru roata conducătoare, kgf	F_1	$\frac{75\ P}{v_1}$; $c_r \cdot l \cdot p_n$(l și p_n în cm)
Componenta F_2 pentru roata condusă, kgf	F_2	$\frac{75\ P_1}{v_2}$
Puterea transmisă prin roata conducătoare, CP	P_1	$\frac{F_1 \cdot 75}{v_1}$; $\frac{P_2}{\eta}$
Puterea transmisă prin roata condusă, CP	P_2	$\frac{F_2 \cdot v_2}{75}$; $\eta \cdot P_1$

Tabela 4.5 (continuare)

Elementele căutate		Formule pentru rezolvare
Împingerea axială la roata conducătoare, kgf	F_{a1}	$F_1 \cdot \mathrm{tg}\beta_1$ pentru $\delta = 0$; astfel, $F_1 \cdot \mathrm{tg}(\beta_1 - \rho)$
Împingerea axială la roata condusă, kgf	F_{a2}	$F_2 \cdot \mathrm{tg}\beta_2$ pentru $\delta = 0$; astfel, $F_2\mathrm{tg}(\beta_2 - \rho)$
Coeficientul de frecare	μ	$\mathrm{tg}\rho$; $\mu \approx 0{,}1$ pentru o ungere bună
Unghiul de frecare, grade	ρ	$\rho = 5°45'$
Coeficientul de solicitare a materialului, kgf/cm²	c_r	v. tabela 4.6
Randamentul de angrenare	η_a	$\frac{1 - \mu\cdot\mathrm{tg}\,\beta_2}{1 + \mu\cdot\mathrm{tg}\,\beta_1}$; $\frac{\cos\beta_1\cos(\beta_2+\rho)}{\cos\beta_2\cos(\beta_1-\rho)}$
Randamentul total al transmisiei	η	$0{,}92 \ldots 0{,}96\ \eta_n$

drice cu dinți înclinați și axele roților paralele, cu observația că $\beta_1 = \beta_2 = \beta$ (v. fig. 5.24, *a*)

Pentru angrenajele cu axele paralele, valorile c_r sînt indicate la angrenajele cu roți dințate cilindrice; pentru angrenajele ale căror axe se intersectează, roata conducătoare fiind de oțel și roata condusă de bronz, valorile lui c_r sînt indicate în tabela 4.6.

Dacă ambele roți ale angrenajului sînt din fontă, valorile lui c_r, vor fi 6/10 din cele indicate în tabela 4.6.

Tabela 4.6. **Valorile coeficientului c_r**

v_a, m/s	1	2	3	4	5	6	7	8
c_r, kgf/cm²	22	17	14	12	10	9	8	7

Exemple numerice 1. *Axe paralele.* Să se determine elementele principale ale unui angrenaj cilindric cu dinți înclinați și axele roților paralele, cunoscînd: materialul roților — fontă, puterea transmisă prin roata conducătoare $P_1 = 10$ CP, turația $n_1 = 120$ rot/min, raportul de transmitere $i = 2:1$, diametrul de divizare $D_{d1} \approx 300$ mm și unghiul de înclinare a dinților $\beta_1 = -\beta_2 = 15°, \delta = 0°$.

$$v_1 \approx \frac{D_{d1} n_1}{60\,000} = \frac{3{,}14 \cdot 300 \cdot 120}{60\,000} = 1{,}9 \text{ m/s}; \quad F_1 = \frac{75\ P_1}{v_1} = \frac{75 \cdot 10}{1{,}9} = 395 \text{ kgf}.$$

Introducînd valorile $l = 10\ m_n$, $p_n = \pi m_n$ și $c_r = 23$ kgf/cm² (v. tabela 4.3) în relația $F_1 = lc_r p_n = 395$, se obține $F_1 = 23 \cdot 10 \cdot 3{,}14 \cdot m^2 = 395$.

Din această relație se deduce: $m_n = \sqrt{\dfrac{395}{23 \cdot 10 \cdot 3,14}} = 0,738$ cm.

Din seria modulelor standardizate (tabela 4.1) se ia $m_n = 8$ mm. Rezultă:

$$h = 2\,\frac{1}{6}\,m_n = 17,3 \text{ mm};\quad a = m_n = 8 \text{ mm};\quad b = 1\,\frac{1}{6}\,m_n = 9,3 \text{ mm}.$$

Cu ajutorul modulului aparent rezultat din relația

$$m_{a1} = \frac{m_n}{\cos\beta_1} = \frac{8}{\cos 15°} = 8,3 \text{ mm}$$

se calculează: $z_1 = \dfrac{D_{d1}}{m_{a1}} = \dfrac{300}{8,3} = 36,14 \approx 37$ dinți.

Diametrul de divizare corectat va fi deci $D_{d1} = m_{a1} \cdot z_1 = 8,3 \cdot 37 = 307,1$ mm, cu care se poate calcula $D_{e1} = D_{d1} + 2m = 307,1 + 2 \cdot 8 = 323,1$ mm.

Elementele roții dințate conduse sînt:

$z_2 = iz_1 = 2 \cdot 37 = 74$ dinți; $n_2 = n_1/i = 120/2 = 60$ rot/min;

$m_{a2} = m_n/\cos\beta_2 = 8/\cos 15° = 8,3$ mm; $D_{d2} = m_{a2} \cdot z_2 = 8,3 \cdot 74 = 614,2$ mm;

$D_{e2} = D_{d2} + 2m_n = 614,2 + 2 \cdot 8 = 630,2$ mm; $\eta_a = (1 - \mu \cdot \mathrm{tg}\,\beta_2)/(1 + \mu \cdot \mathrm{tg}\,\beta_1) = 1/1 = 100\%$, deoarece $\beta_1 = -\beta_2$. Rezultă

$\eta = 0,92 \ldots 0,96$ $\eta_o \approx 94\%$ cînd ungerea este perfectă iar $P_2 = \eta P_1 = 0,94 \cdot 10 = 9,4$ CP.

Viteza corectă $v_1 = \dfrac{\pi D_{d1} n_1}{60\,000} = \dfrac{3,14 \cdot 307,1 \cdot 120}{60\,000} = 1,93$ m/s.

Componenta P_1 corectată $P_1 = 75\,P_1/v_1 = 75 \cdot 10 : 1,93 = 388$ kgf.

Împingerea axială va fi $F_{a1} = F_{a2} = F_1 \cdot \mathrm{tg}\,\beta_1 = 388\,\mathrm{tg}\,15° = 104$ kgf.

2. *Axe perpendiculare.* Să se determine elementele principale ale unui angrenaj elicoidal cu axele roților perpendiculare, adică $\delta = 90°$, cunoscînd că roata conducătoare este din oțel roata condusă din bronz, $P_1 = 3$ CP, $n_1 = 350$ rot/min și $i = 2:1$.

Pentru exemplificare, se ia: $\beta_1 = \beta_2 = \delta/2 = 45°$; rezultă

$$i = \frac{D_{d2} \cdot \cos\beta_2}{D_{d1} \cdot \cos\beta_1} = \frac{D_{d2} \cdot \cos\beta}{D_{d1} \cdot \cos\beta} = \frac{D_{d2}}{D_{d1}},\ \text{iar } v_1 = v_2 \text{ sau } v_1 = \frac{D_{d1} \cdot \pi \cdot n_1}{60\,000}$$

Considerînd $D_{d1} \approx 200$ mm, rezultă că:

$$v_1 \approx \frac{200 \cdot \pi \cdot 350}{60\,000} = 3,66 \text{ m/s};\ F_1 \approx \frac{75\,P_1}{v_1} = \frac{75 \cdot 3}{3,66} = 61,5 \text{ kgf}.$$

Introducînd valorile: $l \approx 10\,m_n$(ales), $p_n = \pi m_n$ și $c_r = 10$ kgf/cm² (pentru oțel pe bronz) în relația: $F_1 = c_r\,l p_n$, se obține:

$$m_n = \sqrt{\frac{F_1}{10\pi\,c_r}} = \sqrt{\frac{61,5}{10 \cdot 3,14 \cdot 10}} = 0,442 \approx 4,5 \text{ mm},$$

care este un modul standardizat (v. tabela 5.62) $\cdot\ m_n = m = 4,5$ mm.

În acest caz $m_{a1} = m_n/\cos\beta_1 = 4,5/0,707 = 6,28$ mm și $m_{a2} = m_n/\cos\beta_2 = 6,28$ mm.

Celelalte elemente se deduc astfel:

$z_1 = \dfrac{D_{d1}}{m_{a1}} = \dfrac{200}{6,28} = 31,8 = 32$ dinți; $D_{d1\,(\text{corectat})} = m_{a1} z_1 = 6,28 \cdot 32 = 201$ mm;

$D_{e1} = D_{d1} + 2m_n = 201 + 2 \cdot 4,5 = 210$ mm; $D_{d2} = iD_{d1} = 2 \cdot 201 = 402$ mm; $D_{e2} = 411$ mm. Celelalte elemente se calculează ca în exemplul precedent.

În cazul cînd elementele geometrice ale roților dințate cilindrice cu dinți înclinați se stabilesc în raport cu cercul de divizare, pasul și modulul se definesc conform indicațiilor date în tabela 4.7 și fig. 4.12, *a* iar unghiurile de înclinare a dintelui și elicei dintelui conform indicațiilor date în tabela 4.8 și fig. 4.12, *b*. Definițiile celorlalte elemente geometrice se găsesc în STAS 6522-62.

La angrenajele cilindrice indicarea elementelor danturii pe desen este cuprinsă în STAS 5013-74, iar toleranțele în STAS 6273-60.

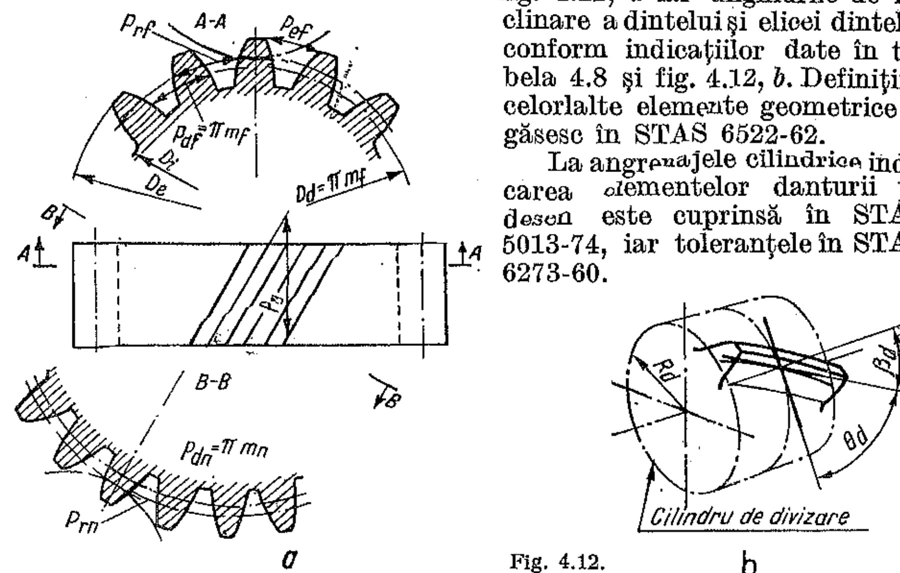


Fig. 4.12.

Tabela 4.7. **Pasul și modulul roților dințate cilindrice cu dinți înclinați cu profil în evolventă, normal**

Termen	Simbol	Definiție
Pas frontal	p_{df}	Pasul frontal măsurat pe cercul de divizare ($d_{df} = \pi D_d/z$)
Pas normal	p_{dn}	Pasul normal măsurat pe cilindrul de divizare ($p_{dn} = p_{df} \cos\beta_d$)
Pas axial	p_a	Distanța dintre două flancuri omologe consecutive măsurată pe generatoarea cilindrului de divizare ($p_a = p_{df}/\mathrm{tg}\,\beta_d$)
Pasul elicei	p_E	Produsul dintre numărul de dinți și pasul axial ($E = z \cdot p_a$)
Pas de rostogolire frontal	p_{rf}	Lungimea arcului de cerc măsurat pe cercul de rostogolire
Pas de rostogolire normal	p_{rn}	Lungimea arcului de elice ortogonală liniei de rostogolire a flancului

Tabela 4.7 (continuare)

Termen	Simbol	Definiție
Pas unghiular frontal	χ_f	Mărimea unghiului la centru corespunzător pasului frontal ($\chi_f = 2\pi/z = 360°/z$)
Modulul frontal	m_f	Raportul dintre pasul frontal și numărul π ($m_c = p_{df}/\pi$) sau raportul dintre diametrul de divizare și numărul de dinți ($m_f = D_d/z$)
Modulul normal	m_n	Raportul dintre pasul normal și număurul π ($m_n = p_{dn}/\pi$).

Tabela 4.8. **Unghiul de înclinare a dintelui și unghiul elicei dintelui la roțile dințate cilindrice cu dinți înclinați**

Termen	Simbol	Definiție
Unghiul de înclinare a dintelui	β_d	Unghiul de înclinare a dintelui pe cilindrul de divizare
Unghiul elicei dintelui	θ_d	Unghiul elicei pe cilindrul de divizare $\theta_d = 90° - \beta_d$.

2.4. TĂIEREA DINȚILOR LA ANGRENAJELE CILINDRICE

1. *Tăierea dinților la roțile cilindrice cu dinții drepți* se execută prin două metode principale și anume: *metoda prin copiere și metoda prin rostogolire (rulare).*

— *Metoda prin copiere* se bazează pe utilizarea la tăierea dinților a unei scule profilate, al cărei tăiș are aceeași formă cu golul dintre dinții roții dințate; așchierea se face de obicei la mașinile de frezat, cu ajutorul frezelor modul, disc sau deget și uneori la mașini de mortezat cu ajutorul capetelor profil de tăiat dinți.

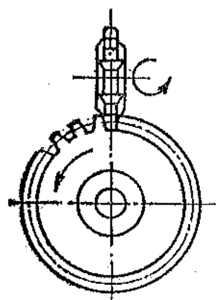


Fig. 4.13.

Frezele modul execută prelucrarea dinte cu dinte (fig. 4.13), efectuînd în timpul așchierii o mișcare de rotație în jurul axei lor și o mișcare de avans paralelă cu axa roților dințate. Cu toate că forma golului este diferită pentru roți cu un număr de dinți diferit, totuși, cu o freză, corespunzătoare unui anumit număr de dinți, se pot tăia dinții unei roți cu număr mai mare de dinți cu același pas; aceasta este posibil din cauza diferenței mici de profil. În acest mod

se poate executa orice număr de dinți de la 12 în sus, cu o serie de 8 freze pînă la modulul 8 inclusiv (tabela 4.9) și cu o serie de 15 freze pentru modulele 9—16 (tabela 4.10).

Tabela 4.9. **Seria de 8 freze modul**

Freza nr.:	1	2	4	3	5	6	7	8
Numărul dinților	12—13	14—16	17—20	21—25	26—34	35—54	55—134	135 pînă la cremalieră

Tabela 4.10. **Seria de 15 freze modul**

Feza nr.:	1	$1^1/_2$	2	$2^1/_2$	3	$3^1/_2$	4	$4^1/_2$
Numărul dinților	12	13	14	15—16	17—18	19—20	21—22	23—25
Freza nr.:	5	$5^1/_2$	6	$6^1/_2$	7	$7^1/_2$	8	
Numărul dinților	26—29	30—34	35—41	42—54	55—79	80—134	135 pînă al cremalieră	

Cu cît modulul roții dințate este mai mare, cu atît abaterile rezultate din reunirea mai multor numere de dinți într-o singură grupă vor fi mai mari. De aceea, numărul de dinți se împarte în 15 grupe în loc de 8, iar pentru roțile dințate mai precise și cu module foarte mari, chiar în 26 grupe.

La determinarea profilului frezei cu care se prelucrează, de exemplu roțile dințate cu 21—25 dinți (freza nr. 4 din seria de 8 buc.), se ia numărul minim de dinți.

— *Metoda prin rostogolire* se bazează pe formarea dinților în urma mișcării relative a sculei (freză melc, pieptene de tăiat dinți, roată cuțit de mortezat dinți) al cărei tăiș reprezintă profilul cremalierei conjugate sau profilul dintelui unei roți dințate conjugate. Profilul dintelui se obține prin angrenarea sculei cu piesa care se prelucrează prin frezare, rabotare sau mortezare.

Avantajul acestei metode este că folosind aceeași freză melc sau pieptene, se pot tăia roți dințate cu orice număr de dinți, însă de același modul. Tăierea dinților prin această metodă se execută continuu și uniform, ceea ce permite obținerea unei precizii și productivități mai mari decît în cazul prelucrării prin copiere.

O descriere a procedeului de tăiere a dinților prin frezare este făcută la subcapitolele „Operații de frezare speciale” și „Operații cu capul divizor”.

2. *Tăierea dinților la roțile dințate cu dinți înclinați* se execută ca și la roțile cilindrice cu dinți drepți, prin două metode: metoda prin copiere și metoda prin rostogolire.

— *Metoda prin copiere* se realizează în mod obişnuit la maşinile de frezat universale cu ajutorul frezelor modul, a căror muchie aşchietoare are acelaşi profil cu golul dintre dinţi. Freza modul se montează astfel ca înclinarea ei faţă de generatoarea cilindrului să fie egală cu unghiul de înclinare a dinţilor (fig. 4.14). Freza modul execută mişcarea principală de rotaţie în jurul axei sale, iar roata (fixată în capul divizor) execută mişcarea de avans.

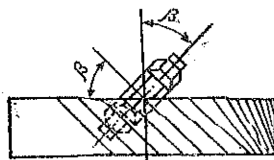


Fig. 4.14.

Modulul frezei trebuie să fie egal cu modulul normal al roţii dinţate şi numărul frezei se alege să corespundă unui număr ideal de dinţi $z_i = \frac{z}{\cos^3 \beta}$.

Exemplu: Să se determine elementele principale ale unei freze modul, cu care trebuie să se taie dinţii unei roţi elicoidale cu $z = 60$ dinţi; $m_n = 4$; $\beta = 45°$.

$$z_i = \frac{z}{\cos^3\beta} = \frac{60}{\cos^3 45°} = \frac{600}{0{,}707^3} = 170 \text{ dinţi.}$$

Se va utiliza deci o freză nr. 8 modul 4 (v. tabela 4.10), care se va monta la 45° faţă de generatoarea roţii dinţate.

— *Metoda prin rostogolire* foloseşte o freză melc, care execută concomitent cu mişcarea de rotaţie în jurul axei sale şi o mişcare de avans în sensul săgeţii, indicată în fig. 4.15. Această ultimă mişcare se combină cu mişcarea de rotaţie a roţii dinţate. Freza se montează astfel ca să formeze cu axa roţii unghiul $\alpha + \beta$, cînd dinţii frezei şi dinţii roţii sînt înclinaţi în acelaşi sens, şi unghiul $\beta - \alpha$, cînd sînt înclinaţi în sens contrar.

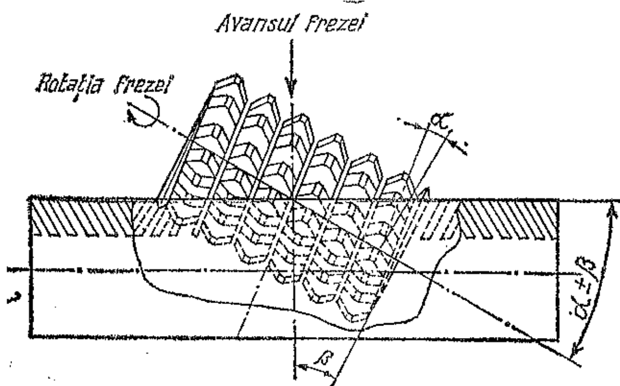


Fig. 4.15.

Indicaţii suplimentare asupra tăierii dinţilor la roţile elicoidale sînt date şi la subcapitolul „Operaţii de prelucrare cu capul divizor".

3. ANGRENAJE MELC-ROATĂ MELCATĂ

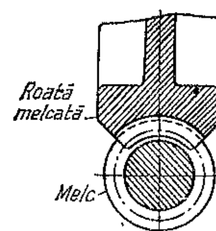


Fig. 4.16

Melcul cu unul, două sau mai multe începuturi, este format dintr-un cilindru pe suprafaţa căruia dinţii sînt dispuşi în elice, asemănător filetului (fig. 4.16).

Melcul (şurubul fără sfîrşit) se execută în general din oţel, iar roata melcată (roata elicoidală) din fontă, bronz, bronz fosforos sau bronz de aluminiu

Indicarea elementelor danturii pe desen este cuprinsă în STAS 6649-74 iar toleranţele angrenajelor melcate în STAS 6461—61

3.1. CALCULUL ANGRENAJELOR MELC-ROATĂ MELCATĂ

În tabela 4.11 sînt date formulele de calcul pentru angrenaje melc-roată melcată.

Tabela 4.11 **Formule de calcul pentru angrenaje melc-roată melcată cu profil în evolventă, normal**

Elementele căutate		Formule pentru rezolvare
Modulul roţii melcate, mm	m	$\frac{p}{\pi}$
Pasul roţii melcate, mm	p	$m \cdot \pi$; p_1, $\frac{p_1}{2}$, $\frac{p_1}{3}$ ..., cînd şurubul fără sfîrşit are unul, două, trei ... începuturi
Pasul melcului, mm	p_1	p cînd melcul este cu un început $2p$ cînd melcul este cu două începuturi $3p$ cînd melcul este cu trei începuturi
Numărul paşilor melcului	g	$\frac{p_1}{p}$
Numărul dinţilor roţii melcate	z_2	$\frac{D_{d2}}{m}$
Numărul dinţilor melcului	z_1	g
Diametrul de divizare al roţii melcate, mm	D_{d2}	$m \cdot z_2$ cînd $z_2 \geqslant 30$ $0{,}937\, m \cdot z_2 + m$ cînd $z_2 < 30$
Diametrul de divizare al melcului, mm	D_{d1}	$\frac{60\,000 \cdot v_1}{\pi \cdot n_1}$; $\frac{p_1}{\pi \cdot \mathrm{tg}\gamma}$
Diametrul exterior al roţii melcate, mm	De_2	$D_{d2} + 2m$
Diametrul exterior al melcului, mm	De_1	$D_{d1} + 2m \cdot \cos\gamma$

Tabela 4.11 (continuare)

Elementele căutate		Formule pentru rezolvare
Lungimea dintelui roţii melcate, mm	l	1,5 ... $2p$ (pentru D_{e1} mic, $l = p$) ; $D_{e1} \sin \delta$
Lăţimea roţii melcate, mm	B	$1 + 0{,}25\ p$
Lungimea melcului, mm	L	$2m \cdot \sqrt{z_2} + 2m$
Unghiul de înclinare γ al dintelui melcului, grade	γ	$\mathrm{tg}\gamma = \frac{p_1 \cdot M}{\pi \cdot D_{d1}}$ M: 1, 2, 3, ⩾3 ; γ°: 4—8, 5—10, 10—35, 30—25
Unghiul δ, grade	δ	$\mathrm{tg}\ \delta = 2\ \frac{2a_1 \cdot p}{D_{p1} + 1{,}2p}$
Pasul elicei	P_{E_1}	$M \cdot p_1$; $\pi \cdot D_{d1} \cdot \mathrm{tg}\ \gamma$
Constanta a_1	a_1	z_2: 28 35 45 55 65 75 85 a_1: 1,9 2,1 2,3 2,5 2,6 2,8 2,9
Numărul de începuturi	M	$\frac{P_{E1}}{p}$
Unghiul flancurilor la dinţii melcului	2α	în general 30°
Turaţia roţii melcate, rot/min . . .	n_2	$\frac{n_1 \cdot g}{z_2}$
Turaţia melcului, rot/min	n_1	$\frac{n_2 \cdot z_2}{g}$
Viteza periferică a roţii melcate, m/s	v_2	$\frac{\pi \cdot D_{d2} \cdot n_2}{60\,000}$
Viteza periferică a melcului, m/s	v_1	$\frac{\pi \cdot D_{d1} \cdot n_1}{60\,000}$
Viteza de alunecare, m/s	v_a	$\frac{v}{\cos \gamma}$; trebuie ca $v_a \leqslant 10$ m/s
Puterea transmisă, CP	P_1	$\frac{F_1 \cdot v_1}{75}$
Apăsarea pe dinte, kgf	F	$\frac{75 P_1}{v_1}\ c_r \cdot l \cdot p$ (l şi p în cm)
Coeficientul de solicitare a materialului	c_r	Pentru fontă: $c_r = 18 \ldots 28$ kgf/cm², dacă se ţine seamă numai de rezistenţa materialului; $c_r = 8 \ldots 12$ kgf/cm², dacă se ia în considerare uzura Pentru bronz: v_1(m/s) 1 2 3 4 5 6 7 ; c_r(kgf/cm²) 40 30 25 21 18 15 13

3.2. TĂIEREA DINŢILOR LA ANGRENAJELE MELC-ROATĂ MELCATĂ

Roţile melcate se execută, în general, prin procedeul rostogolirii, deoarece pentru acelaşi modul este suficientă o singură freză melc oricare ar fi numărul de dinţi. Frezarea se face de obicei în două faze: degroşare şi finisare. Degroşarea se face cu freze frontale de profil trapezoidal apropiat şi de acelaşi diametru exterior cu al melcului

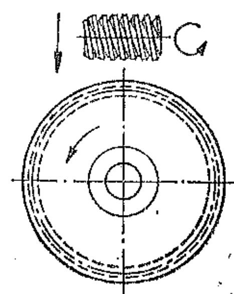


Fig. 4.17.

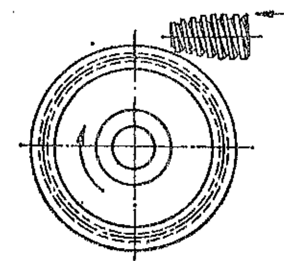


Fig. 4.18.

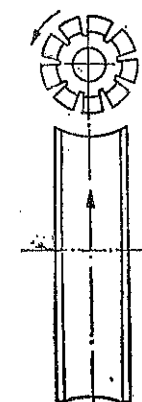


Fig. 4.19.

cu care trebuie să angreneze roata elicoidală. Această freză se aşază exact deasupra mijlocului roţii, iar masa maşinii se roteşte (la dreapta sau la stînga) cu unghiul de înclinare γ al elicei melcului.

Se începe apoi frezarea de degroşare dinte cu dinte prin ridicarea mesei.

Finisarea se face prin rostogolire cu ajutorul unei freze melc care are exteriorul fie complet cilindric (fig. 4.17), fie cu o porţiune conică (fig. 4.18).

Alte indicaţii sînt arătate la subcapitolul „Operaţii de prelucrare cu cap divizor".

Uneori, prelucrarea roţilor melcate se face şi prin metoda copierii (fig. 4.19).

Melcul se execută la strung.

4. ANGRENAJE CU ROŢI CONICE

Indicarea elementelor danturii la roţile dinţate conice cu dinţi drepţi şi înclinaţi se face conform indicaţiilor din STAS 5996-74.

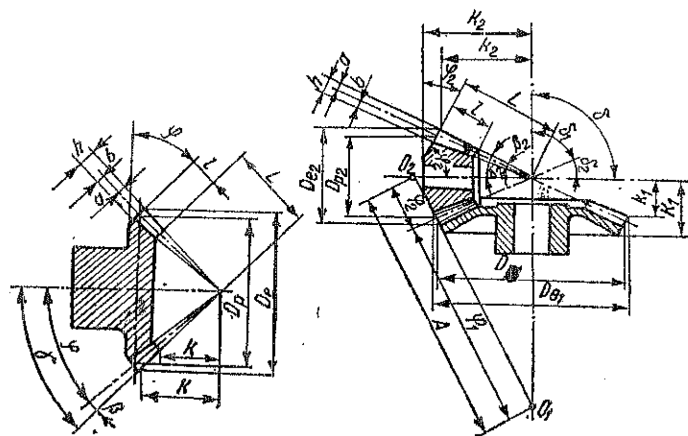
Toleranţele pentru angrenajele conice sînt date în STAS 6460-61.

4.1. CALCULUL ANGRENAJELOR CU ROŢI CONICE

Elementele geometrice ale angrenajelor cu roţi dinţate conice sînt date în tabela 4.12 pentru angrenajele conice cu $\delta = 90^\circ$ şi în tabela 4.13 pentru angrenajele conice cu $\delta \gtrless 90^\circ$.

Pentru alegerea unghiurilor conurilor primitive ale celor două roţi s-au introdus în tabela 4.14 valorile acestor unghiuri la angrenajele conice cu $\delta = 90^\circ$, în funcţie de raportul de transmitere $i = n_1/n_2$.

Tabela 4.12. **Formule de calcul pentru angrenaje conice cu profil în evolventă, normal ($\delta_1 + \delta_2 = 90^\circ$)**



Elementele căutate		Formulele pentru rezolvare
Turaţia roţii conducătoare, rot/min	n_1	$i \cdot n_2$; $n_2 \cdot \frac{z_2}{z_1}$
Turaţia roţii conduse, rot/min . .	n_2	$\frac{n_1}{i}$; $n_1 \cdot \frac{z_1}{z_2}$
Numărul de dinţi al roţii conducătoare	z_1	$\frac{z_2}{i}$; $z_2 \cdot \frac{n_2}{n_1}$; $\frac{D_{d1}}{m}$
Numărul de dinţi al roţii conduse	z_2	$i \cdot z_1$; $z_1 \cdot \frac{n_1}{n_2}$; $\frac{D_{d2}}{m}$
Raportul de transmitere	i	$\frac{n_1}{n_2}$; $\frac{z_2}{z_1}$; $\frac{D_{d2}}{D_{d1}}$
Modulul, mm.	m	$\frac{p}{\pi}$; $\frac{D_{d1}}{z_1}$; $\frac{D_{d2}}{z_2}$

Tabela 4.12 **(continuare)**

Elementele căutate		Formulele pentru rezolvare
Pasul, mm	p	$\pi \cdot m$; $\frac{\pi \cdot D_{d1}}{z_1}$; $\frac{\pi \cdot D_{d2}}{z_2}$
Diametrele cercurilor exterioare mm	D_{e1} D_{e2}	$D_{d1} + 2m \cdot \cos\delta_1$; $D_{d2} + 2m \cdot \cos\delta_2$
Diametrele cercurilor de divizare, mm	D_{d1} D_{d2}	$m \cdot z_1$; $m \cdot z_2$
Lungimea dintelui, mm	l	$\leqslant \frac{1}{3} L$
Unghiul dintre axe, grade	δ	$\delta_1 + \delta_2 = 90^\circ$
Unghiul δ_1, grade	δ_1	$90^\circ - \delta_2$; $\text{tg}\,\delta_1 = \frac{D_{d1}}{D_{d2}} = \frac{z_1}{z_2} = \frac{1}{i}$
Unghiul δ_2, grade.	δ_2	$90^\circ - \delta_1$; $\text{tg}\,\delta_2 = \frac{D_{d1}}{D_{d2}} = \frac{z_2}{z_1} = i$
Unghiul γ_1, grade	γ_1	$\delta_1 + \beta_1$; $\text{tg}\,\gamma_1 = \frac{z_1 + 2\cos\delta_1}{z_2 - 2\sin\delta_1}$
Unghiul γ_2, grade.	γ_2	$\delta_2 + \beta_2$; $\text{tg}\,\gamma_2 = \frac{z_2 + 2\cos\delta_2}{z_1 - 2\sin\delta_2}$
Unghiul φ_1, grade	φ_1	$90^\circ - \delta_1$; $\text{cotg}\,\varphi_1 = \frac{D_{d1}}{D_{d2}} = \frac{z_1}{z_2} = \frac{1}{i}$
Unghiul φ_2, grade	φ_2	$90^\circ - \delta_2$; $\text{cotg}\,\varphi_2 = \frac{D_{d2}}{D_{d1}} = \frac{z_2}{z_1} = i$
Distanţa centrelor, L, mm.	L	$\frac{D_{d1}}{2\sin\gamma_1}$; $\frac{D_{d2}}{2\sin\gamma_2}$
Distanţa k_1, mm	k_1	$0{,}5\,D_{e1} \cdot \text{cotg}\,\gamma_1$
Distanţa k_2, mm	k_2	$0{,}5 D_{e2} \cdot \text{cotg}\,\gamma_2$
Distanţa K_1, mm	K_1	$k_1 + \frac{D_{d2}}{2} \cdot \text{cotg}\,\delta_1$; $\frac{D_{d1}}{2}(\text{cotg}\,\gamma_2 + \text{cotg}\,\delta_1)$
Distanţa K_2, mm	K_2	$k_2 + \frac{D_{d2}}{2} \cdot \text{cotg}\,\delta_d$; $\frac{D_{d2}}{2}(\text{cotg}\,\gamma_2 + \text{cotg}\,\delta_1)$

Tabela 4.13. **Formule de calcul pentru angrenaje conice ($\delta_1 + \delta_2 \lesseqgtr 90^\circ$)**

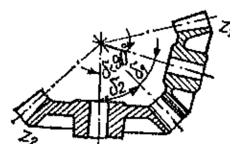
	Cazul 1: $\delta < 90^\circ$
	$\text{tg}\,\delta_1 = \frac{\sin\delta}{\frac{z_2}{z_1} + \cos\delta}$ $\text{tg}\,\delta_2 = \frac{\sin\delta}{\frac{z_1}{z_2} + \cos\delta}$

Tabela 4.13 (continuare)

Cazul 2 : $\delta > 90°$; $\delta_1 < 90°$

$$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{\sin (180° - \delta)}{\frac{z_2}{z_1} - \cos (180° - \delta)}$$

$$\operatorname{tg} \delta_2 = \frac{\sin (180° - \delta)}{\frac{z_1}{z_2} - \cos (180° - \delta)}$$

Cazul 3 : $\delta > 90°$; $\delta_2 = 90°$

$$\sin \delta_1 = \frac{z_1}{z_2}$$

Cazul 4 : $\delta > 90°$; $\delta_2 > 90°$

$$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{\sin (180° - \delta)}{\cos (180° - \delta) - \frac{z_2}{z_1}}$$

$$\operatorname{tg} \delta_2 = \frac{\sin (180° - \delta)}{\frac{z_1}{z_2} - \cos (180° - \delta)}$$

Tabela 4.14. **Unghiurile conurilor primitive la angrenaje conice ($\delta = 90°$) în funcție de raportul de transmitere**

Raportul de transmitere i	Roată conducătoare δ_1	Roata condusă δ_2	Raportul de transmitere i	Roata conducătoare δ_1	Roata condusă δ_2
1	45°	45°	1 : 3,5	15°57′	74°03′
1 : 1,5	33°41′	56°19′	1 : 4	14°02′	75°58′
1 : 2	26°34′	63°26′	1 : 4,5	12°32′	77°28′
1 : 2,5	21′48°	68°12′	1 : 5	11°19′	78°41′
1 : 3	18°26′	71°34′	1 : 6	9°28′	80°32′

4.2. TĂIEREA DINȚILOR LA ANGRENAJELE CONICE

Prelucrarea precisă a dinților roților conice nu poate fi efectuată decît la mașini speciale. Dacă dinții prelucrați nu necesită o precizie dimensională prea mare, atunci dinții se pot tăia la mașinile de frezat

universale cu condiția ca la aceste roți:

$$z \geqslant 28 \text{ dinți și } l \leqslant L/3.$$

Pentru frezarea roților conice, axul de divizare al capului divizor trebuie înclinat cu jumătatea unghiului conului de frezare, adică astfel ca linia fundului dinților ce se frezează să devină orizontală; acest unghi se ia ceva mai mare pentru degroșare și numai la finisare i se dă valoarea exactă.

Unul dintre procedeele de lucru la mașina de frezat universală este frezarea prealabilă a golurilor dinților cu o freză al cărei profil corespunde celui mai mic profil interior al golului dinților. În continuare se utilizează o freză al cărei profil are ca flancuri, flancurile dinților de pe suprafața frontală exterioară a roții, iar ca lățime, lățimea golului de pe suprafața frontală interioară (măsurată pe cercul de divizare). Cu această freză se frezează inițial toate flancurile dintr-o parte a dinților și apoi flancurile din cealaltă parte. Pentru aceasta capul divizor trebuie rotit pe masa mașinii (masa rămînînd fixă) față de axa ei longitudinală, cu atît, încît să se obțină lărgimea necesară golului dintelui de la interior către exterior. Unghiul de rotire a capului divizor este dat de relația $\operatorname{tg} \alpha = \frac{s_{ge} - s_{gi}}{2l}$,

în care: s_{ge} este lățimea golului pe fața frontală exterioară;
s_{gi} — lățimea golului pe fața interioară;
l — lățimea coroanei dinților.

Tăierea dinților se execută cu precizie numai la mașinile de rabotat și mașinile de frezat construite special pentru acest scop.

Dintre mașinile de rabotat dinții roților dințate conice, distingem mașinile care lucrează cu dispozitive reproducătoare și mașinile care lucrează prin procedeul rostogolirii.

La mașinile-unelte din prima categorie, scula execută mișcarea principală, cu condiția ca deplasarea ei să se facă spre vîrful conului primitiv al roții. Mișcarea de avans se poate imprima fie sculei, fie roții dințate; în ambele cazuri ea se face cu ajutorul unui dispozitiv (șablon) al cărui profil reproduce exact pe acel al dintelui de tăiat.

Tăierea dinților prin procedeul rostogolirii este cea mai indicată, deoarece precizia obținută este superioară celei obținute prin prima metodă. Scula execută o mișcare rectilinie alternativă, în timp ce roata dințată este supusă la două mișcări de rotație; o mișcare de rotație în jurul axei sale, prin care flancurile dinților se succed pe rînd în dreptul sculei și o mișcare de rotație prin care flancul de tăiat se desfășoară în fața sculei.

Tot pe procedeul rostogolirii sînt construite și mașinile de rectificat dinții roților dințate conice.

Capitolul **5**

ARCURI

1. GENERALITĂŢI

Arcurile sînt organe de maşini utilizate ca legături elastice între diferitele părţi sau piese de maşini, aparate, mecanisme sau dispozitive.

În construcţiile de maşini, arcurile diferă în general, după scopul utilizării, după forma constructivă şi după solicitarea materialului.

După scopul utilizării, arcurile se clasifică în: arcuri de amortizare (de exemplu, arcurile pentru vehicule), arcuri pentru acumulare de energie cu scopul de a fi folosite la antrenarea unor mecanisme (de exemplu, arcurile pentru supapele motoarelor cu ardere internă), arcuri pentru exercitarea unei forţe elastice permanente (de exemplu, arcurile de repulsie de la mecanismele cu roată dinţată şi clichet), arcuri de reglare (de exemplu, arcurile supapelor de reglare a presiunii), arcuri de măsurare (de exemplu, arcurile dinamometrelor) etc.

După forma constructivă, arcurile se clasifică în: arcuri cu foi lamelare (tabela 5.1) sau cu foi multiple (fig. 5.1), arcuri spirale plane (tabela 5.2), arcuri bare de torsiune (tabela 5.3), arcuri elicoidale (tabela 5.4), arcuri inelare, arcuri disc.

După solicitarea principală a arcului, deosebim: arcuri solicitate la încovoiere (de exemplu, arcurile cu foi, elicoidale, spirale, plane, disc), arcurile solicitate la răsucire (de exemplu, barele de torsiune şi arcurile cilindrice, conice, dublu conice, volute şi hiperboloidale) şi arcurile solicitate la tracţiune sau compresiune (de exemplu, arcurile cilindrice).

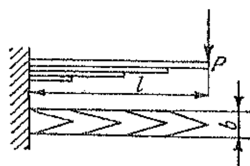


Fig. 5.1

Arcurile se confecţionează, în general, din oţeluri aliate (cu Cr, Mn, Si, V) şi nealiate, cu caracteristici speciale şi uneori, din bronz, alamă, etc. Caracteristicile oţelurilor pentru arcuri laminate la cald sînt indicate în STAS 795-71. Dimensiunile barelor laminate şi trase pentru oţelurile de arc sînt şi ele standardizate (de exemplu, STAS 909-68 pentru dimensiunile oţelului canelat pentru arcuri cu foi multiple).

Tabela 5.1. **Arcuri lamelare**

Denumirea şi forma arcului	F kgf	f cm	L kgf·cm
Arc dreptunghiular	$\frac{b\cdot h^2}{6}\cdot\frac{\sigma_{ia}}{l}$	$\frac{F}{EI}\cdot\frac{l^3}{3}=4\cdot\frac{l^3}{bh^3}\cdot\frac{F}{E}=$ $=\frac{2}{3}\cdot\frac{l^2}{h}\cdot\frac{\sigma_{ia}}{E}$	$\frac{1}{18}\cdot\frac{\sigma_{ia}^2}{E}\cdot V$
Arc triunghiular	$\frac{b\cdot h^2}{6}\cdot\frac{\sigma_{ia}}{l}$	$\frac{F}{EI}\cdot\frac{l^3}{2}=6\cdot\frac{l^3}{bh^3}=\frac{l^2}{h}\cdot\frac{\sigma_{ia}}{E}$	$\frac{1}{6}\cdot\frac{\sigma_{ia}^2}{E}\cdot V$
Arc dreptunghiular cu profil parabolic	$\frac{b\cdot h^2}{2}\cdot\frac{\sigma_{ia}}{l}$	$\frac{P}{EI}\cdot\frac{l^3}{2}=6\cdot\frac{l^3}{bh^3}\cdot\frac{F}{E}=\frac{l^2}{h}\cdot\frac{\sigma_{ia}}{E}$	$\frac{1}{9}\cdot\frac{\sigma_{ia}^2}{E}\cdot V$

Tabela 5.2. **Arcuri elicoidale cilindrice şi spirale flexionale**

Denumirea şi forma arcului	F kgf	Arc de răsucire cm	L kgf·cm
Arc elicoidal cu secţiune dreptunghiulară	$\frac{bh^2}{6}\cdot\frac{\sigma_{ia}^2}{r}$	$r\omega=\frac{F}{EI}\cdot lr^2=$ $12\cdot\frac{Flr^2}{Ebh^3}=$ $=2\cdot\frac{lr}{h}\cdot\frac{\sigma_{ia}}{E}$	$\frac{1}{6}\cdot\frac{\sigma_{ia}^2}{E}\cdot V$

Tabela 5.2 (continuare)

Denumirea și forma arcului	F kgf	Arc de răsucire cm	L kgf.cm
Arc elicoidal cu secțiune circulară	$\frac{\pi d^3}{32}\cdot\frac{\sigma^2{}_a}{r}$	$r\omega=\frac{F}{EI}lr^2=\frac{64}{\pi}\cdot\frac{Flr^2}{Ed^4}=2\cdot\frac{rl}{d}\cdot\frac{\sigma_{ia}}{E}$	$\frac{1}{6}\cdot\frac{\sigma_{ia}^2}{E}\cdot V$
Arc spiral	$\frac{bh^3}{6}\cdot\frac{\sigma_{ia}^2}{r}$	$r\omega=\frac{F}{El}lr^2=12\cdot\frac{Flr^2}{Ebh^3}=2\cdot\frac{lr}{h}\cdot\frac{\sigma_{ia}^2}{E}$	$\frac{1}{6}\cdot\frac{\sigma_{ia}^2}{E}\cdot V$

Tabela 5.3. **Arcuri bare**

Denumirea și forma arcului	F kgf	Arc de răsucire cm	L kgf·cm
Bară cu secțiune circulară	$\frac{\pi}{16}\cdot\frac{d^3}{r}\tau_{ra}$	$r\omega=\frac{32lr^2}{\pi d^4}\cdot\frac{F}{G}=2\frac{lr}{d}\cdot\frac{\tau_{ra}}{G}$	$\frac{3}{8}\cdot\frac{\sigma_{ia}^2}{E}\cdot V$
Bară cu secțiune dreptunghiulară	$\frac{2}{9}\cdot\frac{b^2\cdot h}{r}\tau_{ra}$	$r\omega=3{,}6lr^2\cdot\frac{b^2+h^2}{b^3h^3}\cdot\frac{F}{G}=0{,}8\,lr\cdot\frac{b^2+h^2}{bh^2}\cdot\frac{\tau_{ra}}{G}$	$\alpha\cdot\frac{1}{9}(a+1)\times\frac{\tau_{ia}^2}{E}\cdot V$

$$\frac{\sigma_{ia}^2}{E}=\frac{5}{8}\cdot\frac{\tau_{ra}^2}{G}\text{ pentru metale și }\frac{\sigma_{ia}^2}{E}=\frac{2}{3}\cdot\frac{\tau_{ra}^2}{G}\text{ pentru lemn}$$

Tabela 5.4. **Arcuri elicoidale și conice torsionale**

Denumirea și forma arcului	F kgf	f cm	L kgf·cm
Arc elicoidal cilindric cu secțiune circulară	$\frac{\pi}{16}\cdot\frac{d^3}{r}\cdot\tau_{ra}$	$\frac{64\,nr^3}{d^4}\cdot\frac{F}{G}=\frac{4\pi nr^2}{d}\cdot\frac{\tau_{ra}}{G}$	$\frac{3}{8}\cdot\sigma_{ia}^2\cdot V$
Arc elicoidal cu secțiune dreptunghiulară	$\frac{2}{9}\cdot\frac{b^2h}{r}\cdot\tau_{ra}$	$7{,}2\,\pi nr^3\cdot\frac{b^2+h^2}{b^3h^3}\cdot\frac{F}{G}=1{,}6\,\pi nr^2\cdot\frac{b^2+h^2}{bh^2}\cdot\frac{\tau_{ra}}{G}$	$\alpha\cdot\frac{1}{9}(a^2+1)\times\frac{\sigma_{ia}^2}{E}\cdot V$
Arc elicoidal conic cu secțiune circulară	$\frac{\pi}{16}\cdot\frac{d^3}{r}\cdot\tau_{ra}$	$\frac{16lr^2}{\pi d^4}\cdot\frac{F}{G}=\frac{lr}{d}\cdot\frac{\tau_{ra}}{G}=16n\cdot\frac{r^3}{d^4}\cdot\frac{F}{G}=\pi\cdot n\frac{r^2}{d}\cdot\frac{\tau_{ra}}{G}$	$\frac{1}{5}\cdot\frac{\sigma_{ia}^2}{E}\cdot V$

Tabela 5.4 (continuare)

Denumirea şi forma arcului	F kgf	f cm	L kgf·cm
Arc elicoidal conic cu secţiune dreptunghiulară	$\frac{2}{9} \cdot \frac{b^2 h}{r} \cdot \tau_{ra}$	$1{,}8\, lr^2 \cdot \frac{b^2+h^3}{b^3h^3} \cdot \frac{F}{G} =$ $= 0{,}4 lr \cdot \frac{b^2+h^2}{bh^2} \cdot \frac{\tau_{ra}}{G} =$ $= 1{,}8\, \pi n r^3 \frac{b^2+h^2}{b^3h^3} \cdot \frac{F}{G} =$ $= 0{,}4\, \pi n r^2 \cdot \frac{b^2+h^2}{bh^2} \cdot \frac{\tau_r a}{G}$	$\alpha \cdot \frac{1}{18}(a^2-1)$

Indicaţii asupra oţelurilor de arc sînt date la capitolul „Materiale metalice" unde sînt indicate şi tratamente termice.

Materialul arcurilor de oţel este tratat termic (călit şi revenit). La arcurile cu secţiune mică, tratamentul termic este efectuat în mod obişnuit asupra materialului nefasonat; arcurile din bare cu secţiune mare se execută de obicei la cald şi, în acest caz, tratamentul termic se aplică după ce arcurile sînt gata confecţionate.

2. CALCULUL ARCURILOR

2.1. NOTAŢII

Se notează prin:

F — sarcina sau încărcarea suportată de arc, în kgf;
f — săgeata corespunzătoare sarcinii F, în cm;
τ_{ia} — rezistenţa admisibilă la încovoiere, în kgf/cm².
τ_{ra} — rezistenţa admisibilă la răsucire, în kgf/cm².
L — lucrul mecanic de deformaţie, în kgf/cm;
l — lungimea desfăşurată a arcului, în cm;
n — numărul spirelor;
V — volumul arcului, în cm³;
E — modulul de elasticitate longitudinal, în kgf/cm²;
G — modulul de elasticitate transversal, în kgf/cm²;
θ — unghiul de răsucire la distanţa considerată de la capătul încastrat;

α = 1,2 pentru secţiunile pătrate; α = 1,2 ... 1,5 pentru secţiunile dreptunghiulare din ce în ce mai alungite;
a — constantă care diferă numai cu forma secţiunii arcului.

2.2. DEFINIŢII

Sarcina sau *încărcarea* F care acţionează asupra unui arc este forţa care solicită întreg arcul.

Săgeata f a unui arc este deformaţia lui elastică măsurată pe direcţia sarcinii. Pentru arcurile solicitate numai la răsucire seconsideră deformaţia unghiulară.

Rigiditatea unui arc c (kgf/cm) este raportul $c = F/f$, adică raportul dintre sarcină şi deformaţia provocată de aceasta.

Lucrul mecanic L, acumulat de un arc prin variaţia săgeţii de la valoarea zero la valoarea f, este dat de relaţiile:

$$L = \frac{Ff}{2} = a\frac{\sigma_{ia}^2}{E} V \text{ [kgf·cm]}.$$

2.3. FORMULE DE CALCUL

Arcuri cu foi multiple. Aceste arcuri sînt compuse din mai multe lame (v. fig. 5.1) numite foi de arc, suprapuse şi strînse cu o brăţară numită legătură de arc. Se caută ca ansamblul astfel definit să se apropie în comportare, pe cît posibil, de un solid de egală rezistenţă la încovoiere, aşezînd foile componente una sub alta.

Pentru determinarea numărului n de foi, atunci cînd se cunosc celelalte elemente ale arcului, se foloseşte formula $n = \frac{6Fl}{\sigma_{in} b \cdot h^2}$, în care n este numărul de foi, b — lăţimea arcului, iar h — grosimea unei foi de arc.

Arcuri elicoidale cilindrice de compresiune şi de tracţiune. O metodă generală de calcul pentru arcurile elicoidale cilindrice de compresiune şi de tracţiune, avînd pasul constant, executate din sîrmă sau bară rotundă şi supuse unor sarcini axiale constante sau oscilante, este dată în STAS 7067-67.

Comportarea elastică şi variaţia înălţimii unui *arc elicoidal cilindric de compresiune*, cu pretensionare este redată în fig. 5.36. În stare liberă, fără nici o forţă exterioară, arcul are înălţimea H_0. Cînd se montează, arcul ajunge în starea de încărcare dată de forţa P_1 (daN), sub acţiunea căreia el îşi micşorează înălţimea cu săgeata f_1, ajungînd

la înălţimea H_1. Sarcina de lucru P_n (daN) provoacă săgeata f_n, reducînd înălţimea arcului la H_n.

Cursa arcului h, adică săgeata provocată de forţa de lucru, devine în acest caz $h = f_n - f_1 = H_1 - H_n$.

Folosind relaţia pentru săgeţi, cursa arcului are valoarea:

$$h = 8\frac{D_m^3 n}{Gd^4}(P_n - P_1),$$

în care: G este modulul de elasticitate transversal, în daN/mm²; D_m — diametrul mediu al arcului, în mm, d — diametrul sîrmei sau al barei, în mm.

Lucrul mecanic L are mărimea:

$$L = \frac{1}{2}(P_1 + P_n)\,h.$$

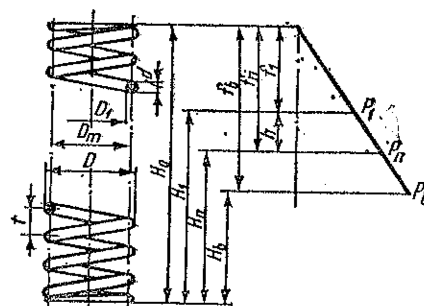


Fig. 5.2. Arc de compresiune:

P_1 — sarcina iniţială de montaj; P_n — sarcina maxi-ximă de lucru; H_1 — nălţimea în stare montată; H_b — înălţimea sub sarcină maximă de lucru; H_n — înălţimea arcului de blocare: f_1 — săgeata în stare montată; f_n — săgeata sub sarcina maximă de lucru; f_b — săgeata arcului de blocare; D — diametrul exterior al arcului; D_1 — diametrul interior al arcului D_m — diametrul mediu al arcului; d — diametrul sîrmei sau al barei.

Dacă prin acţiunea unei forţe limită exterioare, arcul ar ajunge la înălţimea de blocare H_b, cînd se aşază spiră pe spiră, încetează preluarea unui plus de forţă prin deformare elastică.

În aceste condiţii:

— la arcuri cu capete închise, neprelucrate,

$$H_0 = tn + (n_r + 1)\,d \text{ şi } H_b \cong (n_1 + 1{,}5)\,d;$$

— la arcuri cu capete închise, prelucrate.

$$H_0 = tn + (n_r + 0{,}5)\,d \text{ şi } H_b \cong n_1 d;$$

— la arcuri cu capete deschise,

$$H_0 = tn + d \text{ şi } H_b \cong (n_1 + 1)\,d;$$

în care:

n este numărul de spire active;
n_r — numărul spirelor de reazem;
n_1 — numărul total de spire;
t — pasul spirelor active în stare liberă, în mm;
α — unghiul elicei spirei.

Lungimea sîrmei necesare pentru executarea arcului este dată de relaţia $l' = \dfrac{D_m n_1}{\cos\alpha}$.

Pentru determinarea *rigidităţii arcului* se foloseşte relaţia

$$c = \frac{P'}{f} = \frac{G}{8}\,\frac{d^4}{D_m^3 n}.$$

Indicele arcului $i = D_m/d$, numit şi *raport de înfăşurare*, are recomandate următoarele valori:

— pentru arcuri înfăşurarte la rece: $4 \leqslant i \leqslant 16$;

— pentru arcuri înfăşurate la cald: $4 \leqslant i \leqslant 10$.

Coeficientul de formă este dat de relaţia $k = 1 + 1{,}6/i$.

Tensiunea tangenţială admisibilă τ_a, în daN/mm², pentru arcuri înfăşurate la rece este indicată în tabela 5.5.

Tabela 5.5 **Tensiunea tangenţială admisibilă τ_a, în daN/mm² (STAS 7067-67)**

Marca de oţel pentru arcuri conform STAS 795-71	τ_a pentru		Indicaţii pentru utilizare
	$d < 8$ mm	$d = 8 \ldots 40$ mm	
ARC 1	65	60	Arcuri supuse la solicitări statice sau oscilante de lungă durată; temperatura de regim max. 150°C
ARC 2	68	65	Arcuri supuse la solicitări ridicate statice sau oscilante, de durată medie; temperatura de regim max 150°C
ARC 3	68	60	Arcuri supuse la solicitări ridicate, statice sau oscilante, de durată medie; temperatura de regim max. 180°C
ARC 4	63	50	Arcuri supuse la solicitări moderate, statice sau oscilante de durată medie; temperatura de regim max. 180°C
ARC 8	70	65	Arcuri supuse la solicitări ridicate sau oscilante, de lungă durată, temperatura de regim max. 200°C
ARC 9	68	65	Arcuri supuse la solicitări moderate, statice sau oscilante, de lungă durată, temperatura de regim max. 200°C

Observaţii. 1. Pentru arcuri cu $d > 20$ mm se vor utiliza mărcile ARC 3, ARC 4, ARC 8 şi ARC 9. La arcurile cu $d > 30$ mm se vor prefera ARC 3 sau ARC 9. *2.* Pentru arcurile la care este necesară o înaltă precizie de funcţionare (de exemplu arcuri pentru relee, regulatoare etc.) se recomandă alegerea tensiunii tangenţiale admisibile cu 25% mai mică decît cea indicată în tabel. *3.* Oţelurile ARC 5, ARC 6 şi ARC 7, conform STAS 795-71, nu se folosesc la arcurile elicoidale de compresiune şi de tracţiune. *4.* Tensiunea tangenţială admisibilă τ_a, în daN/mm², poate fi calculată astfel: $\tau_a = 0{,}5\,\sigma_{r\,min}$ pentru sîrma ecruisată prin trefilare din oţel austentic rezistent la coroziune şi pentru sîrmă de arcuri din alamă cu nichel (STAS 3439-68).

Arcul elicoidal cilindric de tracțiune, teoretic, are caracteristica elastică asemănătoare celei a arcului de compresiune. La aceste arcuri, spirele fiind de obicei, în contact strîns, ia naștere o forță inițială de întindere P_0. În fig. 5.3 este reprezentat cazul general al unui arc de întindere, supus în exploatare unei forțe cu valori cuprinse între $P_1 = P_{min}$ și $P_n = P_{max}$.

Înălțimea liberă a arcului este dată de relația $H_0 = (n + 1)\ d + 2H_c$, iar lungimea sîrmei, necesare executării acestuia, va fi $l \approx D_m n_1/\cos\alpha + 2l_c$, în care l_c este lungimea desfășurată a ochiului de prindere.

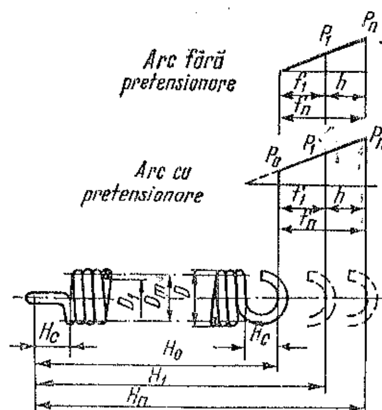


Fig. 5.3. Arc de tracțiune:

P_0 — sarcina inițială de întindere; P_n — sarcina maximă de lucru; P_1 — sarcina inițială de montaj; f_1 — săgeata în stare montată; f_n — săgeata sub sarcina maximă de lucru; h — cursa arcului; H_0 — înălțimea (lungimea) arcului în stare liberă; H_1 — înălțimea arcului în stare montată; H_b — înălțimea arcului la blocare; H_c — înălțimea ochiului de prindere; H_n — înălțimea arcului sub sarcina maximă de lucru P_n; D_1 — diametrul interior al arcului; D_m — diametrul mediu al arcului; D — diametrul sîrmei sau al barei.

2.4. CALCULUL ARCURILOR ELICOIDALE CILINDRICE, CU SECȚIUNE ROTUNDĂ, CU AJUTORUL NOMOGRAMELOR

Pentru predimensionări, determinarea elementelor principale ale arcurilor elicoidale cilindrice, cu secțiune rotundă, se obține în timp foarte scurt cu ajutorul unor nomograme, care există în variante multiple.

Exemplele următoare arată modul de folosire a nomogramelor din fig. 5.4 și 5.5.

1. Se cunosc sarcina maximă de lucru $P_{n\,max} = 100$ daN și diametrul mediu al arcului $D_m = 35$ mm (fig. 5.4).

Punctul de intersecție pe linia de frîntură este determinat de dreapta care unește valorile lui P_n și D_m pe scările respective.

Variantele posibile se obțin rotind o dreaptă în jurul punctului de pe linia de frîntură. S-au ales: $\tau_a/k = 48$ daN/mm² și $d = 5{,}7$ mm.

2. Se cunosc: sarcina maximă de lucru $P_{n\,max} = 3\,180$ daN, tensiunea tangențială admisibilă redusă cu coeficientul de formă $\tau_a/k = 70$ daN/mm² și diametrul mediu al arcului $D_m = 130$ mm (fig. 5.5),

Dreapta care unește aceste valori ale lui P și D_m pe scările respective, intersectează linia de frîntură într-un punct.

Ducînd prin acest punct o dreaptă care pornește din punctul corespunzător valorii $\tau_a/k = 70$ daN/mm², se obține $d = 25$ mm.

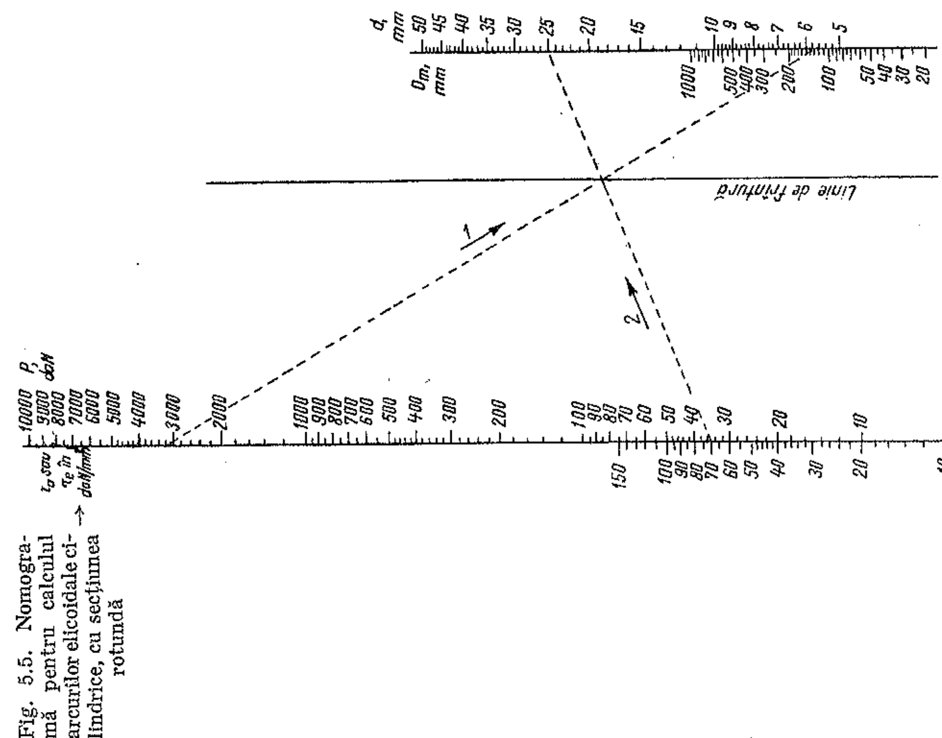


Fig. 5.5. Nomogramă pentru calculul arcurilor elicoidale cilindrice, cu secțiunea rotundă

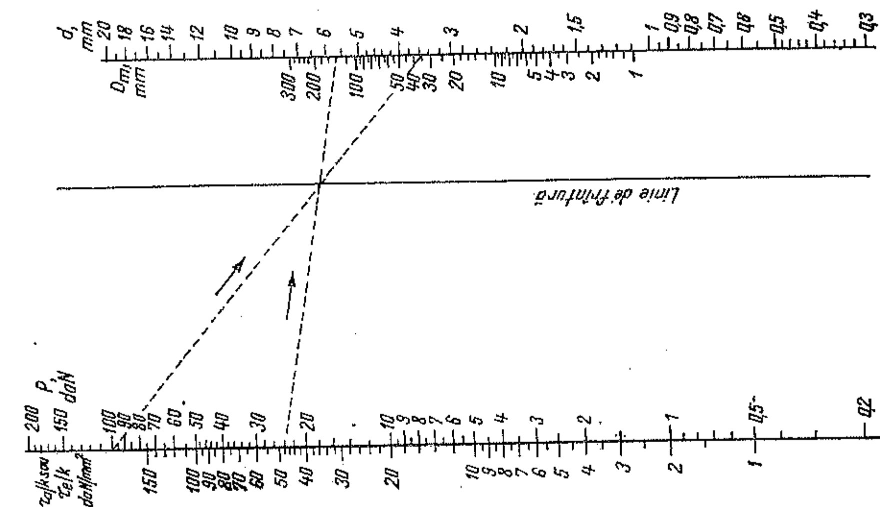


Fig. 5.4. Nomogramă pentru calculul arcurilor elicoidale cilindrice, cu secțiunea rotundă.

Capitolul **6**

TRANSMISII

1. ARBORI

1.1. GENERALITĂŢI

Arborii de transmisie transmit mişcarea de la un motor la una sau mai multe maşini-unelte, cu ajutorul roţilor de curea, roţilor cu lanţuri etc. Spre deosebire de axe (osii), care sînt supuse în special la încovoiere (de exemplu, osiile vehiculelor de cale ferată), arborii sînt solicitaţi în principal la răsucire.

Arborii de transmisie se execută, de obicei, din oţel carbon obişnuit OL 37, OL 42, OL 50 (STAS 500-68) şi, uneori, din oţel aliat. Pentru arborii cu diametrul pînă la 140 mm, se foloseşte material laminat; pentru diametre de 140—200 mm, material laminat sau forjat, iar peste 200 mm, numai material forjat.

Pentru uşurinţa montajului şi transportului, lungimea arborilor este în mod obişnuit de:

5 m pentru arborii de transmisie cu diametrul pînă la 45 mm;
6 m pentru arborii de transmisie cu diametrul pînă la 55 mm;
7 m pentru arborii de transmisie cu diametrul peste 55 mm.

Săgeata maximă admisă este de 0,3 mm pentru 1 m lungime.

Diametrele arborilor de transmisie variază şi ele astfel:

din 5 în 5 mm pentru arborii cu diametre de la 25 la 60 mm;
din 10 în 10 mm pentru arborii cu diametre de la 60 la 140 mm;
din 15 în 15 mm pentru arborii cu diametre de la 140 la 500 mm.

Turaţiile uzuale pentru arborii de transmisie sînt arătate în tabela 6.1.

Tabela 6.1. **Turaţii uzuale pentru arbori de transmisie**

25	28	32	36	40	45	50	56	63	71	80	90	100
112	125	140	160	180	200	225	250	280	320	360	400	450
500	560	630	710	800	900	1000	1120	1250	1400	1600		

Asigurarea transmisiilor împotriva jocurilor axiale se face, de obicei, cu ajutorul unor gulere fixe. În general, gulerele fixe se prelucrează separat şi se montează la cald, fără racordare. În cazuri speciale, ele pot fi strunjite din corpul arborelui cu o reducere r (fig. 6.1).

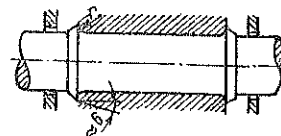


Fig. 6.1.

Pentru prelucrarea arborilor de transmisie s-a adoptat sistemul de ajustaj arbore unitar.

1.2. CALCULE ŞI DIMENSIUNI

Se notează prin:

P — puterea de transmis, în CP;
F — forţa de torsiune, în kgf;
l — braţul la extemitatea căruia acţionează F, în cm;
d — diametrul arborelui, în cm;
L — lungimea arborelui, în cm;
n — turaţia, în rot/min;
τ_{ra} — rezistenţa admisibilă la torsiune, în kgf/cm²;
M_r — momentul de torsiune, în kgf · cm;
W_p — modulul de rezistenţă la răsucire (polar) al secţiunii arborelui, în cm³;
G — modulul de elasticitate transversal, în kgf/cm²;
φ — unghiul de torsiune, în grade.

a. Cunoscînd rezistenţa admisibilă la torsiune şi momentul de torsiune, determinarea diametrului teoretic la arborii netezi pentru transmisii se face cu ajutorul relaţiilor:

$$F \cdot l = M_r = W_p \tau_{ra} = \frac{\pi d^3}{16} \tau_{ra} = \frac{1}{5{,}09} d^3 \tau_{ra}.$$

Cînd se cunoaşte numai P, formula de calcul este

$$75P = \frac{M_r}{100} \cdot \frac{\pi n}{30} = \frac{\pi^2}{16} \cdot \frac{n d^3}{3\,000} \tau_{ra},$$

în care: $\tau_{ra} = 210$ kgf/cm² pentru arborii din oţel carbon;
$\tau_{ra} = 315$ kgf/cm² pentru arborii din oţel aliat.

Substituind aceste valori în relaţiile de mai sus, se obţine:

$$d = 0{,}29 \sqrt[3]{Fl} = 0{,}29 \sqrt[3]{M_r}, \text{ respectiv } d = 12 \sqrt[3]{P/n} \qquad (1)$$

pentru arborii din oţel carbon şi

$$d = 0{,}253 \sqrt[3]{Fl} = 0{,}253 \sqrt[3]{M_r}, \text{ respectiv } d = 9{,}6 \sqrt[3]{P/n} \qquad (2)$$

pentru arborii din oţel aliat.

În tabela 6.2 sînt indicate diametrele arborilor de transmisie din oțel carbon și oțel aliat pentru diferite valori ale raportului P/n.

Tabela 6.2. **Diametrele arborilor pentru diferite valori ale raportului** P/n (formulele 1 și 2)

$\frac{P}{n}$	d cm		$\frac{P}{n}$	d cm		$\frac{P}{n}$	d cm	
	Arbori din oțel carbon	Arbori din oțel aliat		Arbori din oțel carbon	Arbori din oțel aliat		Arbori din oțel carbon	Arbori din oțel aliat
0,0156	3,00	2,40	0,1589	6,50	5,20	1,0000	12,00	9,60
0,0199	3,25	2,60	0,1985	7,00	5,60	1,2698	13,00	10,40
0,0248	3,50	2,80	0,2441	7,50	6,00	1,5860	14,00	11,20
0,0305	3,75	3,00	0,2963	8,00	6,40	1,9507	15,00	12,00
0,0371	4,00	3,20	0,3554	8,50	6,80	2,3630	16,00	12,80
0,0527	4,50	3,60	0,4219	9,00	7,20	2,8397	17,00	13,60
0,0723	5,00	4,00	0,4962	9,50	7,60	3,3710	18,00	14,40
0,0963	5,50	4,40	0,5787	10,00	8,00	3,9640	19,00	15,20
0,1250	6,00	4,80	0,7703	11,00	8,80	4,6300	20,00	16,00

Exemplu: Să se determine diametrul unui arbore, care transmite o putere $P = 55$ CP și are o turație $n = 255$ rot/min. $P/n = 55 : 255 = 0,1961$.

Valoarea superioară acestei cifre, în tabela 6.2, este 0,1985, la care corespund:
$d = 7$ cm pentru un arbore de transmisie din oțel carbon și
$d = 5,6$ cm pentru un arbore de transmisie din oțel aliat.

b. Pentru arborii de transmisie al căror unghi de torsiune se consideră proporțional cu lungimea, formulele de calcul, independent de diametru, sînt:

$$d = 12\sqrt[4]{P/n} \text{ pentru arborii din oțel carbon} \qquad (3)$$

și

$$d = 9{,}6\sqrt[4]{P/n} \text{ pentru arborii din oțel aliat.} \qquad (4)$$

În tabela 6.3 sînt date diametrele arborilor de transmisie din oțel carbon și oțel aliat pentru diferite valori ale raportului P/n.

c. Distanța între lagăre (fig. 6.2) se calculează cu relațiile:

$l_1 \approx 100\sqrt{d}$ pentru tronsoanele marginale;

$l_2 \approx 125\sqrt{d}$ pentru tronsoanele intermediare,

în care d este diametrul arborelui.

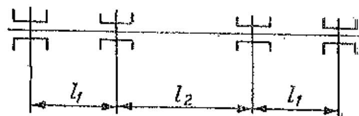


Fig. 6.2.

Tabela 6.3. **Diametrele arborilor pentru diferite valori ale raportului** P/n (formulele 3 și 4)

$\frac{P}{n}$	d cm		$\frac{P}{n}$	d cm		$\frac{P}{n}$	d cm	
	Arbori din oțel carbon	Arbori din oțel aliat		Arbori din oțel carbon	Arbori din oțel aliat		Arbori din oțel carbon	Arbori din oțel aliat
0,0039	3,00	2,40	0,0861	6,50	5,20	1,0000	12,00	9,60
0,0054	3,25	2,60	0,1158	7,00	5,60	1,3774	13,00	10,40
0,0072	3,50	2,80	0,1526	7,50	6,00	1,8526	14,00	11,20
0,0095	3,75	3,00	0,1975	8,00	6,40	2,4414	15,00	12,00
0,0123	4,00	3,20	0,2517	8,50	6,80	3,1605	16,00	12,80
0,0199	4,50	3,60	0,3164	9,00	7,20	4,0279	17,00	13,60
0,0301	5,00	4,00	0,3928	9,50	7,60	5,0620	18,00	14,40
0,0441	5,50	4,40	0,4823	10,00	8,00	6,2850	19,00	15,20
0,0625	6,00	4,80	0,7061	11,00	8,80	7,7160	20,00	16,00

1.3. DIMENSIUNI

Dacă se cunoaște puterea ce trebuie transmisă, precum și turația arborelui de transmisie, diametrul arborelui de transmisie respectiv se găsește în tabela 6.4.

Tabela 6.4. **Diametrele arborilor în funcție de puterea transmisă și de turație**

Puterea trans-misă CP	Turația n, rot/min															Puterea trans-misă CP
	40	60	80	100	120	140	160	180	200	225	250	275	300	350	400	
1	50	45	45	40	40	35	35	35	35	35	35	30	30	30	30	1
2	60	55	50	50	45	45	40	40	40	40	40	35	35	35	35	2
3	65	60	55	50	50	50	45	45	45	45	40	40	40	40	40	3
4	70	65	60	55	55	50	50	50	50	45	45	45	45	40	40	4
5	75	65	60	60	55	55	55	50	50	50	50	45	45	45	45	5
6	75	70	65	60	60	55	55	55	50	50	50	50	50	45	45	6
8	85	75	70	65	65	60	60	55	55	55	55	50	50	50	50	8
10	85	80	75	70	65	65	60	60	60	55	55	55	55	50	50	10
12	90	85	75	75	70	65	65	65	60	60	60	55	55	55	50	12
14	95	85	80	75	75	70	70	65	65	60	60	60	60	55	55	14
15	95	85	80	75	75	70	70	65	65	65	60	60	60	55	55	15
16	100	90	85	80	75	70	70	70	65	65	65	60	60	60	55	16
18	100	90	85	80	75	75	70	70	70	65	65	65	60	60	60	18
20	105	95	85	85	80	75	75	70	70	70	65	65	65	60	60	20
25	110	100	90	85	85	80	80	75	75	70	70	70	65	65	60	25

Tabela 6.4. (continuare)

Puterea transmisă CP	Turația *n*, rot/min															Puterea transmisă CP
	40	60	80	100	120	140	160	180	200	225	250	275	300	350	400	
30	115	105	95	90	85	85	80	80	75	75	70	70	70	65	65	**30**
35	120	105	100	95	90	85	85	80	80	80	75	75	75	70	70	**35**
40	120	110	105	100	95	90	85	85	85	80	80	75	75	70	70	**40**
45	125	115	105	100	95	95	90	85	85	85	80	80	75	75	70	**45**
50	130	115	110	105	100	95	90	90	85	85	85	80	80	75	75	**50**
55	130	120	110	105	100	95	95	95	90	85	85	85	80	80	75	**55**
60	135	120	115	110	105	100	95	95	90	90	85	85	85	80	75	**60**
65	140	125	115	110	105	100	100	95	95	90	90	85	85	80	80	**65**
70	140	125	120	110	105	105	100	95	95	90	90	90	85	85	80	**70**
75	145	130	120	115	110	105	100	100	95	95	95	90	85	85	80	**75**
80	145	130	120	115	110	105	105	100	100	95	95	90	90	85	85	**80**
85	145	135	125	120	115	110	105	100	100	95	95	90	90	85	85	**85**
90	150	135	125	120	115	110	105	105	100	100	95	95	90	90	85	**90**
95	150	135	130	120	115	110	110	105	100	100	95	95	90	90	85	**95**
100	155	140	130	120	115	115	110	105	105	100	100	95	95	90	85	**100**

2. CUPLAJE

Asamblarea arborilor se realizează cu ajutorul cuplajelor, urmărindu-se ca axele geometrice ale acestora să formeze o linie dreaptă. După sistemul de asamblare a arborilor, cuplajele se clasifică în cuplaje rigide și cuplaje mobile.

2.1. CUPLAJE RIGIDE

Cuplajele rigide leagă capetele arborilor fără joc. Din această categorie fac parte: cuplajele cu inele, cuplajele-manșon și cuplajele cu flanșe.

a. **Cuplajele cu inele** sînt formate dintr-un manșon compus din două jumătăți, cu profilul exterior conic (fig 6 3); stringerea acestora pe capetele arborilor se face cu ajutorul unor inele conice. Cuplajele cu inele se pot utiliza la arborii de transmisie cu diametre d, pînă la 80 mm.

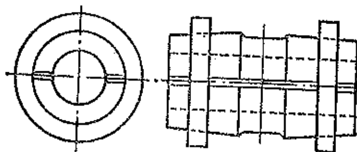


Fig. 6.3.

b. **Cuplajele-manșon** se utilizează la cuplarea arborilor a căror capete au diametre egale sau diametre diferite, care însă corespund unei singure mărimi de cuplaj. Ele se pot utiliza și la cuplarea arborilor ale căror capete au diametre diferite care nu corespund unei singure mărimi

de cuplaj, numai dacă respectivele capete de arbore fac parte din aceeași grupă de lungimi. În acest caz, dimensiunile cuplajului ales, cu excepția alezajelor, corespund capătului de arbore cu diametrul mare.

După destinația lor, cuplajele-manșon se execută în două tipuri constructive:

— tipul CMO, pentru cuplarea directă a arborilor orizontali;
— tipul CMV, pentru cuplarea directă a arborilor verticali.

Cele două execuții se pot realiza:

— fără apărătoare de protecție (tip CMO și tip CMV);
— cu apărătoare de protecție (tip CMOa și tip CMVa).

Un cuplaj-manșon tip CMO pentru cuplarea a doi arbori ale căror capete au diametrul $d = 100$ mm, se notează: Cuplaj CMO 16 STAS 870-73.

Un cuplaj-manșon tip CMVa, destinat cuplării a doi arbori ale căror capete au unul diametrul $d = 63$ mm și altul diametrul $d = 70$ mm se notează: Cuplaj CMVa 13 — 63/70 STAS 870-73.

În tabela 6.5 sînt indicate, după STAS 870-73, dimensiunile cuplajelor-manșon tip CMO.

c. **Cuplaje cu flanșe** se utilizează la cuplarea arborilor ale căror capete au diametre egale sau diametre diferite, care însă corespund aceleiași mărimi de cuplaj.

Cuplarea arborilor ale căror capete au diametre diferite se poate realiza și prin utilizarea de semicuplaje de mărimi diferite, care au însă același diametru de montaj al șuruburilor de strîngere.

Cuplajul cu flanșe, tip CFO, destinat cuplării a doi arbori ale căror capete au diametrul $d = 40$ mm, se notează: Cuplaj CFO 7 — 70 STAS 769-73.

Cuplajul cu flanșe tip CFV, destinat cuplării a doi arbori ale căror capete au unul diametrul $d = 70$ mm și altul $d = 65$ mm, se notează: Cuplaj CFV 13—70/65 STAS 769-73.

Cuplajul cu flanșe tip CFO, destinat cuplării, prin semicuplajele de mărimi diferite, a doi arbori ale căror capete au unul diametrul $d = 48$ mm și altul $d = 50$ mm, se notează: Cuplaj CFO 8/9—48/50 STAS 769-73.

În tabela 6.6 sînt arătate dimensiunile celor două tipuri de cuplaje.

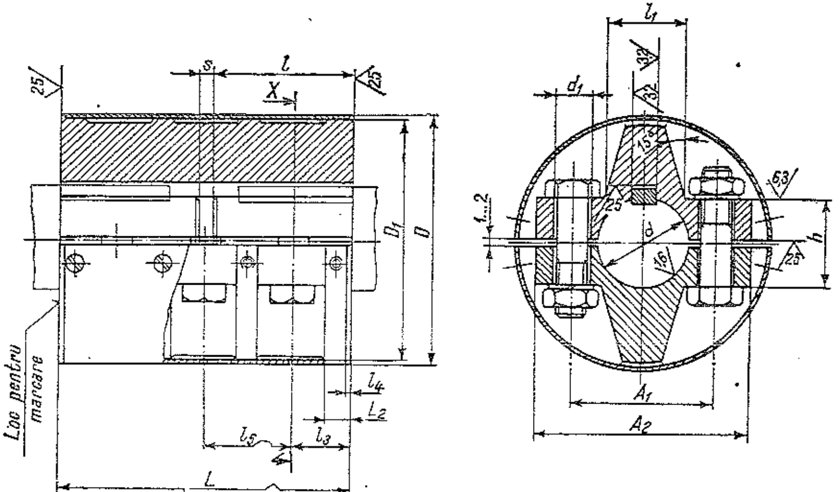


Tabela 6.5. **Cuplaj-manşon tip CMO (STAS 870–73)**

Dimensiuni liniare în mm

Mărimea cuplajului	Capătul de arbore d H7	Capătul de arbore l	Turaţia maximală rot/min Tip CMO	Turaţia maximală rot/min Tip CMOa	D	L	D_1	A_1	A_2	s	h	Şurub cu cap hexagonal buc.	Şurub cu cap hexagonal dimensiuni	d_1	l_1	l_2	l_3	l_4	l
1	18 ; 19	28	4500	2250	65	60	64	36	55	4	20	4	M8×30	8,5	14	4	16	1	28
2	20	36			75	76	74	40	64				M10×35	10,5	16	6	20,5	2	35
3	22 ; 24				85		84	50	72		22				26				
4	25 ; 28	42	4000	2000	95	88	94	53	80		28		M12×45	13			23,5		41
5	30 ; 32	58	3800	1900	100	120	99	56	84		32	6	M12×50		28	8	22	3	38

Tabela 6.5 (continuare)

Mărimea cuplajului	Capătul de arbore d H7	Capătul de arbore l	Turaţia max. rot/min Tip CMO	Turaţia max. rot/min Tip CMO	D	L	D_1	A_1	A_1	s	h	Şurub cu cap hexagonal buc.	Şurub cu cap hexagonal dimentiuni	d_1	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5
6	35 ; 38	58	3480	1740	110	120	109	65	94	4	34	6	M12×50	13	36	8	22	3	38
7	40 ; 42	82	3300	1650	115	168	114				40		M12×55				30		54
8	45 ; 48		3200	1600	120		119	70	100		45		M12×60		42				
9	50		2940	1470	130		129	75	106		50		M12×65		46				
10	55 ; 56		2720	1360	140		139	85	115						55				
11	60	105	2540	1270	150	214	149	90	125		55		M16×75	17	65	10	39	4	68
12	63 ; 65		2380	1190	160		158	100	135										
13	70 ;71 ;75		2240	1120	170		168	110	145		60		M16×80						
14	80 ; 85	130	2000	1000	190	264	188	118	162		65	8	M20×90	21	76	12	37,5	5	63
15	90 ; 95		1820	910	210		208	130	176		75		M20×100		88				
16	100	165	1600	800	240	336	238	155	205	6	80		M24×110	25	105		46,5		81
17	110		1520	760	250		248	160	210		85		M24×120		110				
18	120 ; 125		1440	720	265		263	175	225		90		M24×120		125				
19	130 ; 140	200	1220	610	315	408	313	200	260	8	100	10	M30×140	31	135	16	48	6	78
20	150		1140	570	335		333	210	280		110		M30×150		145				
21	160 ; 170	240	1080	540	350	488	348	240	300		120		M30×160		175	20	45	8	92
22	180		1020	510	360		358		310		130		M30×170		180				
23	190 ; 200	280	900	450	104	658	408	260	340		150	12	M30×190						95

Observaţii. 1. Diametrele şi lungimile capetelor de arbore, conform STAS 8724/2-71 *2.* Canalul de pană conform STAS 1004-71.

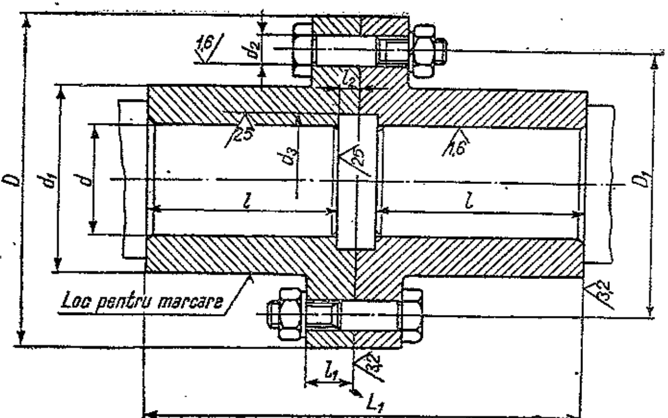


Tabela 6.6. **Cuplaje cu flanşe tip CFO şi CFV (STAS 769-73)**

Dimensiuni liniare în mm

Mărimea cuplajului	Capătul de arbore d H7	Capătul de arbore l	Turaţia max. rot/min	D	L_1	L_2	D_1	d_1	Şurub buc.	Şurub dimensiuni	d_2 nominal	d_2 abateri limită	d_3	l_1	l_2	l_3
1	18 ; 19	28	2360	100	60	74	70	40	3	M10×45	11	+0.018 0	35	16	2	8
2	20	36	2340	105	76	90	75	45								
3	22 ; 24															
4	25 ; 28	42	2240	115	88	106	85	55					45			10
5	30 ; 32	58	2180	130	120	138	100	70					50			
6	35 ; 38															
7	40 ; 42	82	2120	135	168	190	105	75					55			

Tabela 6.6. (continuare)

Mărimea cuplajului	Capătul de arbore d H7	Capătul de arbore l	Turaţia max. rot/min	D	L_1	L_2	D_1	d_1	Şurub buc.	Şurub dimensiuni	d_2 nominal	d_2 abateri limită	d_3	l_1	l_2	l_3
8	45 ; 48	82	2000	150	168	190	120	90	3	M10×50			68	18		12
9	50															
10	55 ; 56		1950	160			130	100					75			
11	60	105	1850	175	214	246	145	115	4	M12×65	13	+0,018 0	85	25		16
12	63 ; 65															
13	70 ; 71 ; 75		1700	190			160	130	6				95			
14	80 ; 85	130	1600	220	266	304	185	150					105			20
15	90 ; 95		1500	240			200	160					115			
16	100	165	1400	260	336	382	220	180	8	M16×85	17		120	32	3	24
17	110		1350	270			230	190					130			
18	120 ; 125		1300	290			250	210					145			
19	130 ; 140	200	1250	340	406	460	290	240	10	M20×100	21		160	36		28
20	150		1180	380			320	260		M24×110	25	+0,021 0	180	40		
21	160 ; 170	240	1120	420	490	550	360	300	12				200			32
22	180		1060	440			380	320					210		5	
23	190 ; 200	280	1000	460	570	638	400	340	16				230			36
24	220		950	520			450	380	14	M30×140	32	+0,025 0	250			
25	240 ; 250	330	900	560	670	738	490	420	16				280			

Observaţie. Diametrele şi lungimile capetelor de arbore conform STAS 8724/2-71.

2.2. CUPLAJE MOBILE

Cuplajele mobile sînt superioare cuplajelor rigide, deoarece înlătură dezavantajele datorite solicitărilor axiale și de dilatație. Din această categorie fac parte : cuplajele de fricțiune, cuplajele cu gheare, cuplajele elastice și cuplajele flexibile.

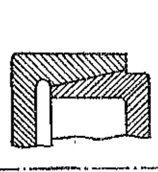


Fig. 6.4.

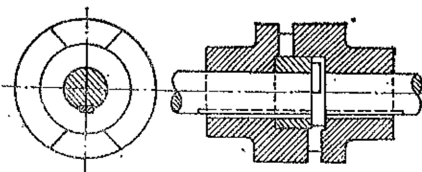
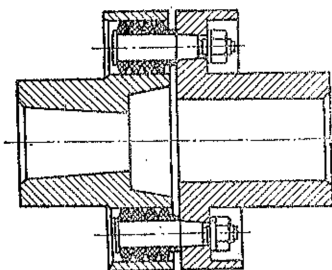


Fig. 6.5.

a. **Cuplajele de fricțiune.** Cuplajele de fricțiune realizează cuplarea arborilor prin frecarea care se produce între suprafețele de contact ale cuplajelor (fig. 6.4). Manipularea cuplajelor pentru cuplarea și decuplarea arborilor se poate executa chiar în timpul mersului.

b. **Cuplajele cu gheare** se folosesc la arbori de transmisie solicitați la eforturi relativ mari. Acestea au dezavantajul, față de cele cu fricțiune, că nu permit cuplarea în timpul mersului. În fig. 6.5 este reprezentat un cuplaj cu gheare cu inel de centrare.

c. **Cuplajele elastice.** Aceste cuplaje (fig. 6.6) sînt întrebuințate pentru solidarizarea arborilor ale căror axe sînt în prelungire și pentru a compensa micile diferențe de coaxialitate. Acestea se realizează



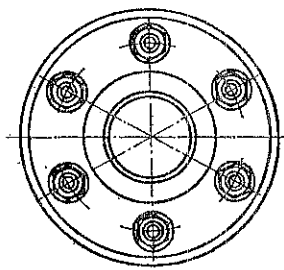


Fig. 6.6.

prin inele de piele sau de pînză cauciucată, interpuse în găurile discurilor fixate pe extremitățile celor două axe, astfel ca solidarizarea discurilor prin șuruburi să se facă în mod elastic. Formele și dimensiunile cuplajelor elastice cu bolțuri sînt indicate în STAS 5982-74.

d. **Cuplajele flexibile** sînt utilizate la asamblarea arborilor ale căror axe formează între ele un unghi. Cele mai des utilizate sînt cuplajele cu articulație cardanică (fig. 6.7).

3. LAGĂRE

3.1. GENERALITĂȚI

Fiecare arbore trebuie să fie susținut de cel puțin două lagăre. Lagărele pentru transmisii, după felul de așezare, sînt două tipuri : *lagăre obișnuite* (fig. 6.8) și *lagăre suspendate* (fig. 6.9).

Fig. 6.7.

La subcapitolul 1.2 (arbori de transmisie) s-au indicat formulele pentru calculul distanțelor dintre lagărele tronsoanelor marginale și dintre lagărele tronsoanelor intermediare. În tabela 6.7 sînt date distanțele la care trebuie montate lagărele, în funcție de diametrele arborilor, pentru cazul cînd sarcina este uniform repartizată pe lungimea transmisiei (I) și pentru cazul cînd sarcina este repartizată neuniform (II).

Tabela 6.7. **Distanțele între lagăre**

Diametrul arborelui mm	dela	30	50	70	90
	pînă la	45	60	80	140
Distanța între lagăre m	I	1,75	2,50	3,00	3,50
	II	1,50	2,00	2,50	3,00

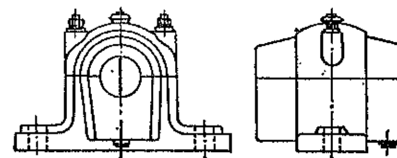


Fig. 6.8.

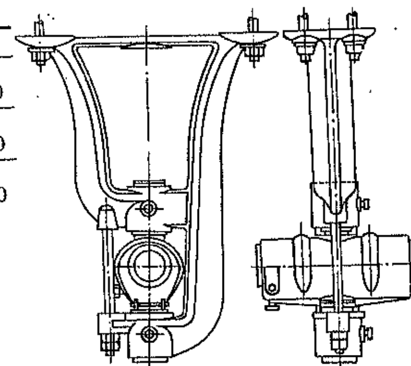


Fig. 6.9.

Roțile de curea și cuplajele trebuie montate în imediată apropiere a lagărelor ; dacă există mai multe roți de curea, cele mai mari se vor monta în apropierea cuplajelor.

Pentru protejarea arborilor de transmisie și pentru micșorarea frecărilor între suprafețele de contact, lagărele sînt prevăzute de obicei cu cuzineți și, uneori, cu rulmenți.

După felul frecării care ia naștere în diferite tipuri de lagăre, acestea se împart în : lagăre de alunecare, lagăre de rostogolire și lagăre combinate.

La rîndul lor, după direcţia forţelor principale care lucrează asupra lor, lagărele se subîmpart în lagăre radiale, lagăre axiale şi lagăre radial-axiale.

3.2. LAGĂRE CU ALUNECARE

În construcţia maşinilor-unelte şi în general cînd se cere o precizie în funcţionare, se folosesc în mod obişnuit lagărele cu alunecare cu cuzineţi.

Cuzineţii sînt manşoane dintr-o singură sau din două jumătăţi; aceştia se execută, în general, din bronz şi, uneori, pentru sarcini mai mici din fontă. Cuzineţii pot fi căptuşiţi cu compoziţie pentru lagăre (STAS 202-73), turnată direct pe faţa interioară a cuzineţilor.

Ca ungerea fusurilor arborilor să fie posibilă şi eficace, pe suprafaţa cuzineţilor se execută canale de ungere cu un anumit profil; acestea sît puse în comunicaţie fie cu canalul care conduce la vasul de ungere, fie cu inelul de ungere care, prin mişcarea pe care o execută în jurul arborelui, antrenează cu el uleiul depozitat în corpul lagărului.

Corpurile de lagăre cu alunecare (cu baza de fixare în plan orizontal), cu inele de ungere, pentru arbori orizontali, sînt standardizate prin STAS 771-67 în trei tipuri: lagăr scurt (tip US), lagăr lung (tip UL) şi lagăr compact (UC). În tabela 6.8 sînt indicate dimensiunile acestor lagăre.

Cuzineţii folosiţi pentru lagărele transmisiilor sînt, de obicei *bucşe* din bronz, alamă sau fontă, conform STAS 772-67.

Dimensiunile bucşelor pentru lagărele de alunecare sînt arătate în tabela 6.9, iar forma şi dimensiunile canalelor de ungere în aceste bucşe, în tabela 6 10.

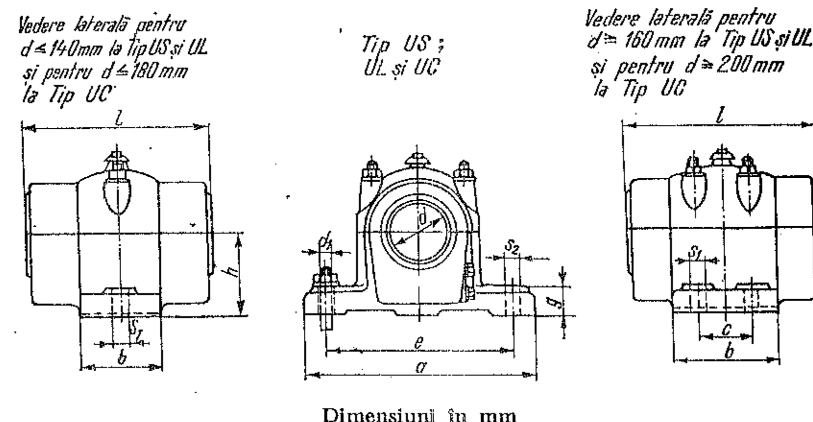
Inelele de ungere pentru lagăre se execută, de obicei, din oţel, şi în cazuri speciale, din alamă. Formele şi dimensiunile acestor inele pentru lagăre cu diametrul nominal de la 10—200 mm sînt standardizate (STAS 773-70).

3.3. LAGĂRE CU RULMENŢI

Lagărele cu rulmenţi fac parte din grupa *lagărelor de rostogolire*.

Rulmenţii au rolul cuzinetului din lagărul cu alunecare. Ei se introduc între fus sau arbore şi carcasă. Corpurile de rostogolire montate între inelul exterior şi inelul interior al rulmentului sînt despărţite între ele printr-o colivie care le cuprinde şi le ghidează. Colivia se confecţionează din tablă de oţel moale, de bronz, alamă, aluminiu sau,

Tabela 6.8. **Lagăre cu alunecare cu inel de ungere (STAS 771-67)**

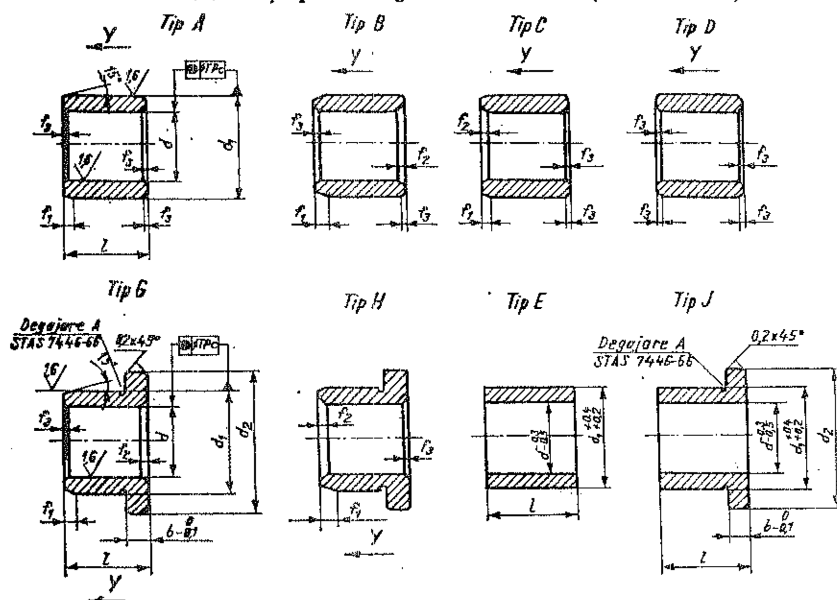


Dimensiuni în mm

d	h	l max tip UL	l max tip US	l max tip UC	a	b	g	e	o	d_1	S_1	S_2 max.	Numărul de şuruburi
	60	—	—	100	180	45	20	140		M10	13	18	
25 ; 28	63	120	110	110	200	55	25	150		M12	15	20	
32 ; 36 ; 40	75	150	125	125	220	65		170					
45 ; 50	90	180	140	140	260	75	30	200		M16	20	25	
55	100	210	160	160	290	85		230					
63 ; 70	112	240	180	180	330	95	35	260	—	M20	25	30	2
80	125	270	200	200	370	110		290					
90	140	300	224	224	410	125	50	320		M24	30	34	
100 ; 110	170	360	250	250	470	150		370				39	
125 ; 140	200	450	315	315	560	195	70	450	—	M30	36	44	
160 ; 180	250	550	355	355	660	250		540	130			48	
200 ; 220	300	650	425	425	760	310	95	630	170	M36	42	52	
250	355	750	500	500	860	370		720	210			58	4
280	400	850	560	560	960	440	110	810	250	M12	49	66	
320	450	950	630		1070	510	125	900	300	M48	56	75	

Observaţii. 1. Lagărele cu alunecare, cu inel de ungere se execută în trei tipuri: tip UL, lagăr lung; tip US, lagăr scurt; tip UC, lagăr compact. *2.* Corpul şi capacul lagărului se execută din Fc 20 STAS 568-75. *Atenţie! 3.* Pentru tipul UC, dimensiunile din rîndul 1 corespund pentru diametrele d din rîndul *2*, cele din rîndul 2 pentru diametrele din rîndul 3 şi aşa mai departe. De exemplu, pentru tipul UC, pentru diametrul $d = 80$, corespund dimensiunile: $h = 112$; $l_{max} = 180$; $a = 330$; $b = 95$; $g = 35$ etc.

Tabela 6.9. **Bucșe pentru lagăre cu alunecare (STAS 772-67)**



Dimensiuni în mm

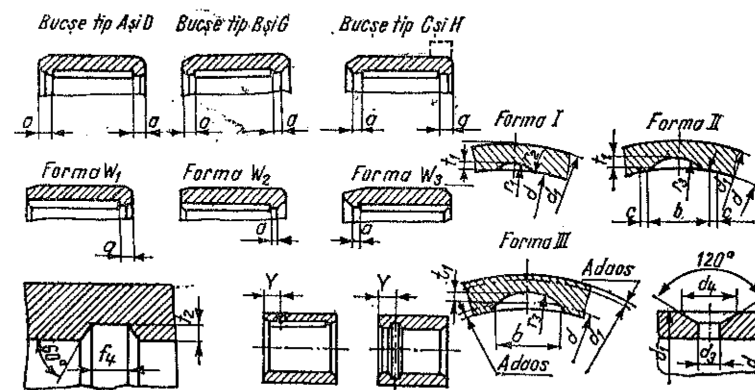
d	d_1 Seria I	d_1 Seria II	d_2	b	f_1	f_2	f_3									
3	5	6	8						3	4						
4	6	8	10,5	1	—	—	0,1		4	6						
5	8	9	12	1,2					4	6	8					
6	9	10	14	1,6					6	8	10					
8	11	12	16	2			0,2		6	8	10					
10	14	16	20	3					6	8	10					
12	16	18	22	4		0,5			8	10	12					
14	18	20	25						8	10	12	14				
15	20	22	26			0,8			8	10	12	14	16			
16	20	22	28		0,4		0,3		8	10	12	14	16			
18	22	25	30	5					10	12	14	16	18			
20	25	26	32						10	12	14	16	18	20		
22	26	28	35			1,2			10	12	14	16	18	20	22	
25	30	32	40						12	14	16	18	20	22	25	
28	34	36	44	6	0,6			12	14	16	18	20	22	25	28	
30	36	38	46					12	14	16	18	20	22	25	28	32
32	38	40	48					14	16	18	20	22	25	28	32	
34	42	45	50					16	18	20	22	25	28	32	36	
36	42	45	52					16	18	20	22	25	28	32	36	
38	45	48	55					16	18	20	22	25	28	32	36	40
40	48	50	58		2		0,4	16	18	20	22	25	28	32	36	40

Tabela 6.9. (continuare)

d	d_1 Seria I	d_1 Seria II	d_2	b	f_1	f_2	f_3	l								
42	50	52	60					18	20	22	25	28	32	36	40	45
45	52	56	64	7	0,8			18	20	22	25	28	32	36	40	45
48	56	58	66					20	22	25	28	32	36	40	45	50
50	58	60	68					20	22	25	28	32	36	40	45	50
52	60	63	70					22	25	28	32	36	40	45	50	55
55	65	—	—					25	28	32	36	40	45	50	55	
60	72	75	84					25	28	32	36	40	45	50	55	63
63	75	—	86	8		3		25	28	32	36	40	45	50	55	63
65	78	80	90					25	28	32	36	40	45	50	55	63
70	82	85	95					28	32	36	40	45	50	55	63	70
75	90	—	105				0,5	32	36	40	45	50	55	63	70	80
80	95	100	110		1			32	36	40	45	50	55	63	70	80
85	100	—	115	10		4,5		36	40	45	50	55	63	70	80	90
90	105	110	120					36	40	45	50	55	63	70	80	90
95	110	—	125					40	45	50	55	63	70	80	90	100
100	115	120	140					40	45	50	55	63	70	80	90	100

Observații. 1. Cotele neindicate la tipurile B, C și D sînt identice cu cele de la tipul A, iar cotele neindicate la tipul H sînt identice cu cele de la tipul G. *2.* Muchiile interioare și exterioare cotate cu f_2 și f_3 se teșesc la 45°. *3.* Săgeata Y arată sensul introducerii bucșei în alezaj la montare (bucșa se introduce în alezaj cu capătul teșit la $f_1 \times 15°$). *4.* Se recomandă următoarele simboluri ale cîmpurilor de toleranță la diametrele bucșelor finite (tip A,B,C, D, G și H), înainte de montajul lor în lagăr: pentru diametrul interior d, F 7 iar pentru diametrul exterior, d_1, r6.

Tabela 6.10. **Canale de ungere la lagărele cu alunecare tip bucșă (STAS 772-67)**



Dimensiuni în mm

Diametrul interior al bucșei d	Găuri radiale d_3	Găuri radiale d_4	Canale longitudinale r_1	r_2	r_3	b	c≈	t_1	a	Canale circulare f_4	t_2	Deplasarea Y min.
10... 25	3	6,5	1	3	2,5	3,5	0,8	0,8	3	2	0,8	6
28...38	3	6,5	1,5	4,5	4	6	1	1	3	2	1	6
40...55	4	9	2	6	6	8	1,2	1,2	4	2,6	1,2	8

Tabela 6.10 (continuare)

Diametrul interior al bucșei d	Găuri radiale		Canale longitudinale							Canale circulare		Deplasarea
	d_3	d_4	r_1	r_2	r_3	b	c	t_1	n	f_4	t_2	Y min.
60... 70	6	14,5	3	9	8	11	1,5	1,5	6	4,3	1,5	12
75...100	6	14,5	4	12	12	15	2	1,8	6	4,3	1,8	12
105...150	8	18,5	5	15	20	22	3	2,2	8	7,5	2,2	16
160...200	10	27,5	7	21	28	30	4	2,7	10	11	2,7	20
210...250	10	27,5	9	27	35	39	5	3,5	12	14	3,5	26

Observații. *1.* Găuri radiale sau canale circulare deplasate pot fi prevăzute numai dacă $d \geq 2\,Y$. *2.* Exemple de notare a unei bucșe finite tip C, avînd diametrul interior $d = 40$ mm cu simbolul cîmpului de toleranță F7, diametrul exterior $d_1 = 48$ mm cu simbolul r 6, lungimea $l = 38$ mm, două canale longitudinale, deschise spre capătul de introducere în alezaj și opus teșiturii f_2, executată din oțel carbon de calitate OCL 45 : **Bucșă C 40 F7/48 r6 × × 38 U2 W2 STAS 772-67/OCL 45 STAS 880-66.**

uneori, din mase plastice sintetice. Inelele rulmentului și corpurile de rostogolire (rulare) se execută din oțel aliat cu crom, avînd aproximativ următoarea compoziție : 0,95—1,15% C, 0,4 — 1,65% Cr, 0,2—0,4% Mn, 0,15—0,35% Si, max. 0,02% S, max. 0,027% P. După tratamentul termic, duritatea inelelor variază între 61 și 64 *HRC*, iar a corpurilor de rostogolire este de 62—65 *HRC*.

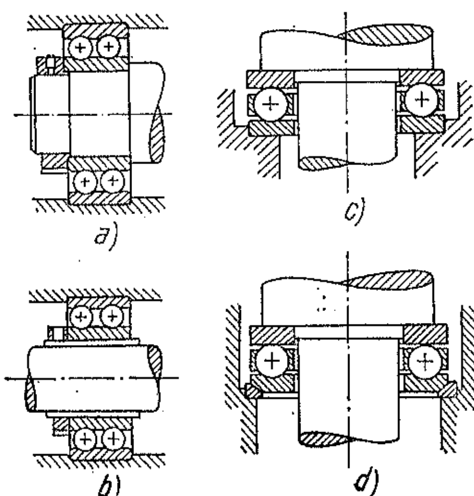


Fig. 6.10.

Rulmenții în fucție de sarcina la care sînt solicitați se împart în următoarele grupe :

— r u l m e n ț i r a d i a l i (fig. 6.10, *a* și *b*), solicitați numai de sarcini radiale sau care sînt destinați, de obicei, pentru sarcini radiale, putînd însă suporta și sarcini axiale ;

— r u l m e n ț i a x i a l i (fig. 6.10, *c* și *d*), destinați pentru a suporta numai sarcini axiale ;

— r u l m e n ț i r a d i a l - a x i a l i, destinați pentru a suporta sarcini combinate, adică sarcini radiale și axiale, care acționează simultan, putînd predomina atît sarcina radială cît și sarcina axială ;

— r u l m e n ț i a x i a l - r a d i a l i, destinați, de obicei, pentru a suporta sarcini axiale și concomitent și mici sarcini radiale.

După forma corpurilor de rulare, rulmenții se clasifică în *rulmenți cu bile* și *rulmenți cu role* (cilindrice, conice, ace, butoi).

După particularitățile constructive, rulmenții se împart în *rulmenți cu autoreglare* (*oscilanți*) și *rulmenți fără autoreglare* (*neoscilanți*).

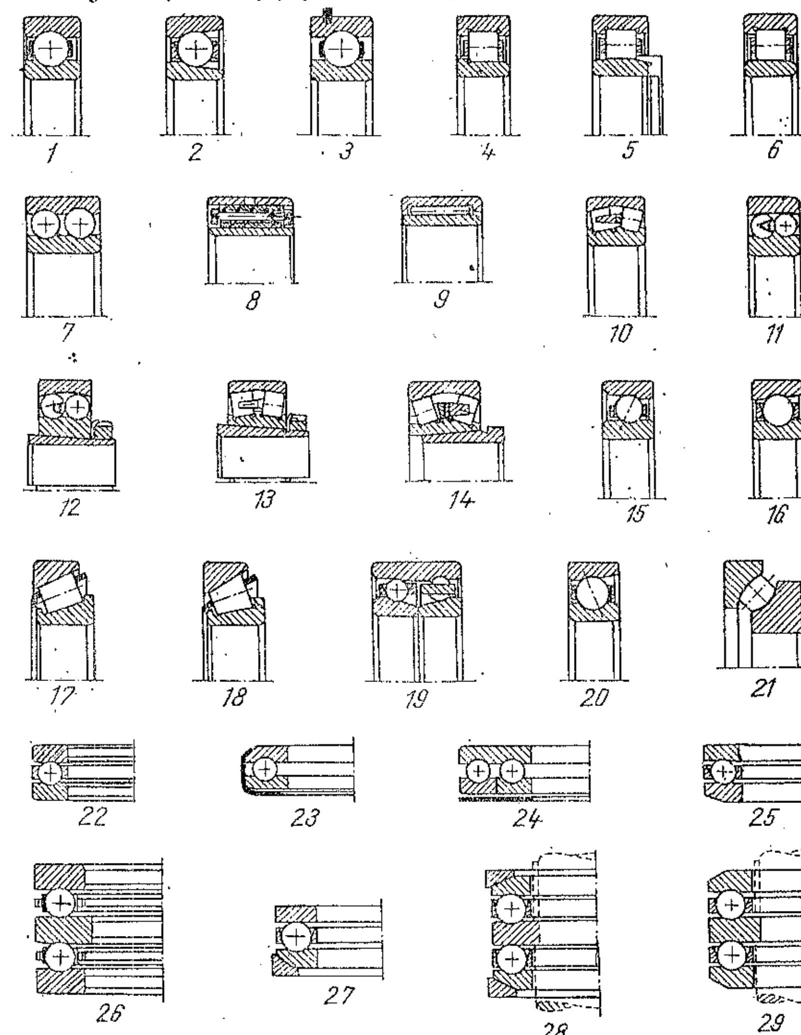


Fig. 6.11.

După numărul rîndurilor corpurilor de rulare rulmenții se clasifică în *rulmenți cu un rînd, cu două rînduri și cu mai multe rînduri.*

În funcţie de condiţiile de utilizare, în STAS 5115-71 se stabilesc trei *clase de utilizare* :

— rulmenţii din clasa de utilizare 1 sînt recomandaţi în general a se folosi cu precădere ;

— rulmenţii din clasa de utilizare 2 pot fi utilizaţi numai atunci cînd nu se pot utiliza rulmenţi din clasa de uzilizare 1 :

— rulmenţii din clasa de utilizare 3, sîn nerecomandaţi şi pot fi utilizaţi numai atunci cînd nu se pot utiliza rulmenţi din clasele de utilizare 1 şi 2.

În acelaşi standard se găsesc tabelele claselor de utilizare pentru următoarele tipuri de rulmenţi :

— rulmenţi radiali cu bile pe un rînd ;
— rulmenţi radiali cu bile pe un rînd — variante constructive ;
— rulmenţi radial-axiali cu bile pe un rînd şi două rînduri ;
— rulmenţi radial-oscilanţi cu bile pe două rînduri ;
— rulmenţi radiali cu role cilindrice pe un rînd ;
— rulmenţi radiali cu role cilindrice pe două rînduri ;
— rulmenţi, radiali-oscilanţi cu role butoi pe două rînduri ;
— rulmenţi axial-oscilanţi cu role butoi ;
— rulmenţi radial-axial cu role conice pe un rînd ;
— rulmenţi axiali cu bile pe un rînd, cu simplu şi dublu efect ;
— rulmenţi radiali cu ace.

Simbolizarea rulmenţilor este tratată în STAS 1679-75, iar corespondenţa simbolurilor după STAS şi ISO se găseşte în STAS R 7760-67.

Simbolul unui rulment cuprinde două părţi distincte : simbolul de bază şi simbolurile suplimentare (prefixe şi sufixe).

Simbolul de bază este format din simbolul seriei de rulmenţi şi simbolul alezajului rulmentului.

Simbolul seriei de rulmenţi este format din simbolul tipului rulmentului şi simbolul seriei de dimensiuni.

Pentru rulmenţii care au dimensiuni de gabarit conform STAS 5916-69, STAS 5975-69, STAS 6112-69 şi STAS 6189-69, simbolurile seriilor de dimensiuni sînt cele prevăzute în aceste standarde.

Simbolurile principalelor serii de rulmenţi după STAS 1679-75 se găsesc în tabela 1.19 din manualul,, Rulmenţii'' de I. Rabinovici ş.a. (Editura tehnică, 1977).

Simbolul alezajului rulmentului se notează prin cifre care exprimă diametrul alezajului în mm, acestea fiind situate imediat după simbolul seriei de rulmenţi. În tabela 6.11 sînt indicate regulile şi modul de simbolizare a alezajului rulmentului. În cazul în care simbolul de bază este format atît din litere cît şi din cifre, partea literală se separă de cea numerică printr-un interval de un semn. Exemplu : NU 205.

Tabela 6.11. **Simbolizarea alezajului rulmentului (STAS 1679-75)**

Diametrul alezajului mm		Modul de simbolizare a alezajului	Exemple
de la	pînă la		
0,6	9	Valoarea alezajului, exprimat în mm. Valoarea se notează după seria rulmentului. Dacă seria rulmentului e formată din trei cifre, se separă printr-o linie oblică de aceasta. Dacă diametrul alezajului este o fracţie zecimală, se separă întotdeauna de simbolul seriei printr-o linie oblică	Rulment radial cu bile din seria 62 cu diametrul alezajului de 5 mm : 625 Rulment axial cu bile din seria 512 cu diametrul alezajului şaibei de fus de 8 mm : 512/8 Rulment radial cu bile, din seria 62, cu diametrul alezajului de 1,5 mm : 62/1,5
10	17	Valoarea alezajului se exprimă printr-un simbol şi anume : 00 pentru alezajul de 10 mm diametru 01 pentru alezajul de 12 mm diametru 02 pentru alezajul de 15 mm diametru 03 pentru alezajul de 17 mm diametru Acest simbol se notează după seria rulmentului. Valabil pentru toate seriile cu excepţia seriilor : BO ; E ; L ; EA ; M ; Wa 1 ; Wa 2.[1])	Rulment radial cu bile din seria 62 cu diametrul alezajului de 12 mm : 6201 Rulment radial cu role cilindrice, seria NU 22 cu diametrul alezajului de 17 mm : NU 2 203
20	480	Valoarea alezajului se exprimă printr-un simbol egal cu 1/5 din diametrul alezajului în mm. Acest simbol se notează după seria rulmentului. OBSERVAŢIE : Pentru diametre pînă la 45 mm, înaintea simbolului alezajului se pune zero. Valabil pentru toate seriile, cu excepţia seriilor : BO ; E ; L ; EA ; M ; Wa 1 ; Wa 2[1]) şi cu excepţia alezajelor avînd valori intermediare faţă de seria prevăzută în planul general de dimensiuni[2]).	Rulment radial-axial cu bile din seria 73 cu diametrul alezajului de 30 mm : 7306 Rulment oscilant cu role din seria 232 cu diametrul alezajului de 120 mm : 23224
500	—	Valoarea alezajului, exprimată în mm. Acest simbol separă de seria rulmentului printr-o linie oblică.	Rulment oscilant cu role din seria 230 cu diametrul alezajului de 530 mm : 230/530

Observaţii. 1. Pentru seriile BO ; E ; L ; EA ; M ; Wa 1 şi Wa 2 diametrul alezajului, exprimat în mm, se notează după simbolul rulmentului. La seriile Wa 1 şi Wa 2 diametrul se exprimă întotdeauna cu trei cifre (de ex. diametrul de 5 mm se notează 005, cel de 25 mm. se notează 025 etc.). *2.* Pentru alezajele intermediare, alezajul se simbolizează prin valoarea diametrului exprimată în mm, separată cu o linie oblică de simbolul seriei rulmentului.

Simbolurile suplimentare se referă la prefixe și la sufixe.

Prin *prefixe* se simbolizează:

— materialul — altul decît oțelul pentru rulmenți — din care se execută inelele și corpurile de rostogolire (de exemplu: H — oțel refractar; X — oțel inoxidabil; M — aliaj pe bază de cupru; T — oțel de cementare; UR — oțel de înaltă puritate pentru rulmenți; URE — oțel elaborat la cuptoare electrice; URV — oțel elaborat sub vacuum; S — mase plastice, sticlă, ceramică etc.);

— părți ale rulmenților compleți (de exemplu: K — colivia cu corpuri de rostogolire a rulmentului demontabil; L — inelul liber al rulmentului demontabil etc.).

Prin *sufixe* se indică variantele constructive ale rulmentului sau modificări ale construcției interioare sau exterioare.

Condițiile generale pentru rulmenți sînt precizate în STAS 4207-70. Ele se referă la condițiile tehnice (calitatea materialului, execuție și funcționare, aspectul suprafețelor, abaterilor limită privind montajul și precizia rulării), condițiile de recepție, metodele de încercare și verificare, marcare, protejare și ambalare.

Formele diferitelor tipuri de rulmenți sînt arătate în fig. 6.11.

Dintre rulmenții standardizați pînă în prezent, se menționează următorii: radial cu bile pe un rînd (STAS 3041-68), radial-axial cu bile pe un rînd (STAS 7416-69), radial-oscilant cu bile pe două rînduri (STAS 6846-68), axial cu bile cu simplu efect (STAS 3921-68), axial cu bile cu dublu efect (STAS 3922-68) radial cu role cilindrice (STAS 3043-68), radial cu role cilindrice pe două rînduri (STAS 6190-68), radial-axial cu role conice (STAS 3920-73), axial-oscilant cu role butoi (STAS 7651-73), radial-oscilant cu role butoi pe două rînduri (STAS 3918-68), cu ace (STAS 7016/1-69).

4. ROȚI DE CUREA

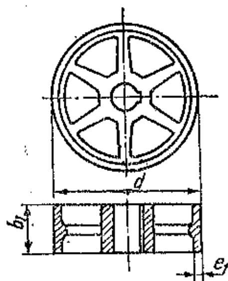


Fig. 6.12.

După profilul curelelor, roțile de curea, folosite curent la transmisii, se pot clasifica în roți pentru curele late și roți pentru curele tapezoidale.

4.1. ROȚI PENTRU CURELE LATE

Sînt executate, în general, din fontă și, uneori, din lemn (arțar sau fag) sau tablă de oțel ambutisată.

Lățimea b_1 a roților (fig. 6.12) se stabilește în raport cu lățimea curelelor.

În tabela 6.12 sînt indicate lățimile roților de curea pentru diferite lățimi ale curelei.

Tabela 6.12 **Lățimea roților pentru curele late**

Lățimea mm											
curelei	b	30	40	50	60	70	85	100	120	140
obezii	b_1	40	50	60	70	85	100	120	140	170
curelei	b	170	200	230	260	300	350	400	450	550
obezii	b_1	200	230	260	300	350	400	450	500	600

Grosimea obezii e_1 se calculează după formula: $e_1 = 0{,}01\ b_1 + 0{,}3$ cm.

În tabela 6.13 sînt indicate informativ *diametrele exterioare* ale roților pentru curele late.

Tabela 6.13 **Diametrele roților pentru curele late**

50	63	80	90	100	112	125	140	160	180	200	225	250	280	320
360	400	450	500	560	630	710	800	900	1 000	1 120	1 250	1 400	1 600	1 800
2 000	2 250	2 500	2 800	3 200	3 600	4 000	4 500	5 000	5 600	6 300	7 100	8 000	9 000	10 000

Roțile de curea se execută, în general, cu profil bombat, deoarece au avantajul că mențin cureaua pe partea cea mai ridicată a profilului. Profilul bombat nu poate fi folosit la roțile de curea semiîncrucișate.

Între diametrul roții conducătoare D, roții conduse D_1 și numărul rotațiilor pe minut respective, n și n_1, există relația:

$$\frac{D}{D_1} = \frac{n_1}{n}.$$

Din această relație se deduc valorile pentru D, D_1, n și n_1:

$$D = D_1\, n_1/n;\quad D_1 = D\, n/n_1;\quad n = n_1 D_1/D;\quad n_1 = n\, D/D_1.$$

Din nomograma din fig. 6.13 se pot stabili valorile diametrelor exterioare și numărul rotațiilor pe minut ale roților conducătoare și conduse.

Exemplu: Să se deducă diametrul D_1 al roții conduse din nomograma din fig. 6.13 cunoscînd că diametrul roții conducătoare $D = 160$ mm și turațiile ambelor roți sînt $n = 800$ rot/min și $n_1 = 280$ rot/min.

Abscisa punctului de intersecție a dreptei oblice a diametrului de 160 mm, cu verticala lui $n = 800$, se intersectează cu verticala corespunzătoare lui $n_1 = 280$ în punctul prin care trece dreapta oblică corespunzătoare diametrului de 450, care este diametrul roții conduse D_1.

Raportul de transmitere i, în cazul cînd se adaugă o transmisie intermediară (fig. 6.14) este:

$$i = i_1 \cdot i_2 = \frac{D}{d_2} \cdot \frac{D_2}{D_1} = \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{n_2}{n} = \frac{n_1}{n}.$$

Roțile de transmisie în trepte (fig. 6.15) se dimensionează astfel ca numărul rotațiilor pe minut ale arborelui condus să formeze o progresie geometrică.

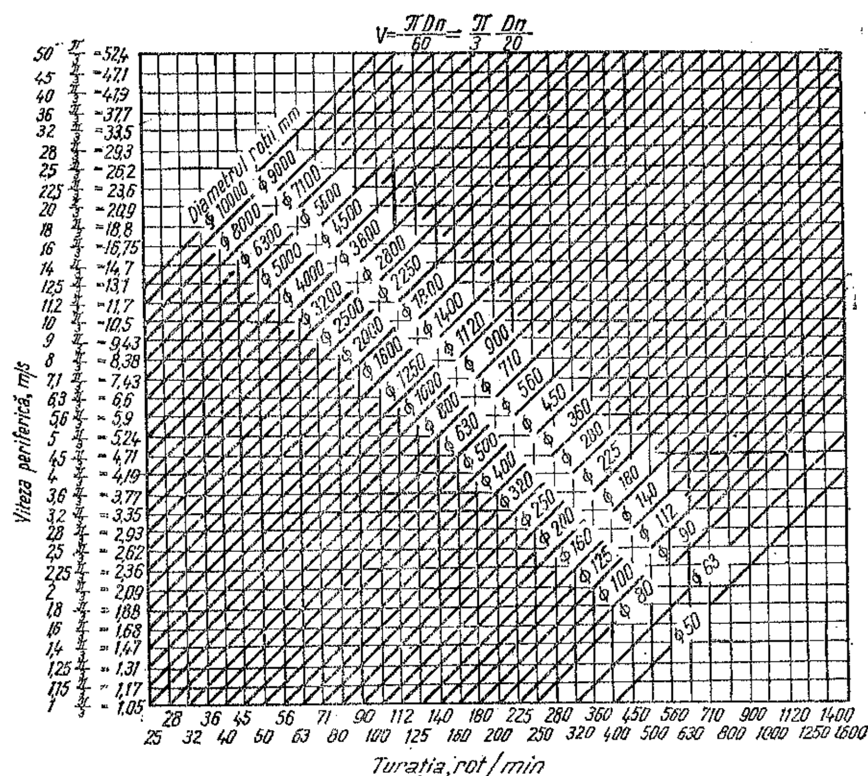


Fig. 6.13.

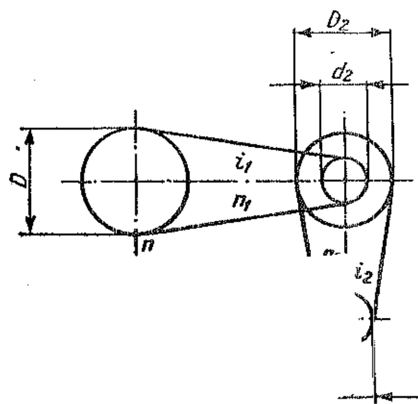


Fig. 6.14.

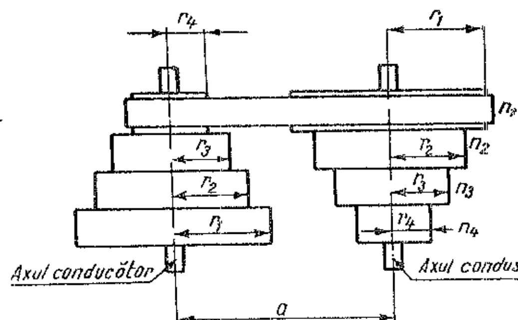


Fig. 6.15.

Raportul de transmitere total este: $i=\frac{n_2}{n_1}=\frac{n_3}{n_2}=\ldots=\frac{n_m}{n_{m-1}}$ se obţin, pentru $n_2, n_3, \ldots, n_m$, valorile

$$n_2'=i\cdot n_1;\ n_3'=i\cdot n_2=i^2\cdot n_1;\ \ldots;\ n_m=i^{m-1}\cdot n_1.$$

Din ultima relaţie rezultă, pentru i şi m, valorile:

$$i=\sqrt[m-1]{n_m/n_1};\ m=1+\log n_m/n_1:\log i.$$

Raportul de transmitere i, pentru o variaţie mică a vitezelor cum este cazul maşinilor-unelte grele, va primi valori pînă la 1,5; pentru variaţii mai mari ale vitezelor, va primi valori între 1,5 şi 2.

4.2. ROŢI PENTRU CURELE TRAPEZOIDALE

Indicaţiile de calcul şi proiectare pentru transmisiile prin curele trapezoidale sînt date în STAS 1163-71.

Forma şi dimensiunile canalelor roţilor de curea avînd secţiunile Y, Z, A, B, C, D, E şi (16) sînt stabilite prin STAS 1162-67.

În tabela 6.14 sînt indicate tipurile de canale pentru curelele trapezoidale clasice (STAS 1164-71) şi curelele trapezoidale înguste (STAS 7192-65).

Tabela 6.14. **Secţiunile canalelor în funcţie de tipul curelelor**

Secţiunea canalului	Y	Z	A	B	C	D	E	(16)
Tipul curelei trapezoidale clasice (STAS 1164—71)	Y	Z	A	B	C	D	E	—
Tipul curelei trapezoidale înguste (STAS 7192—65)	—	SPZ	SPA	SPB	SPC	—	—	(16×16)

Observaţie. Folosirea curelei trapezoidale înguste (16 × 15) şi deci a secţiunii de canal (16) nu este permisă la construcţii noi.

Tipurile de canale Y şi Z sînt specifice roţilor de transmisie cinematice, la care factorul principal care se transmite este viteza, mişcarea forţelor tangenţiale la roţi fiind neglijabilă.

Tipurile de canale A, B, C, D şi E sînt specifice transmisiilor de puteri la care atît vitezele cît şi forţele tangenţiale la roţi sînt factori deopotrivă de importanţi.

Dimensiunile secţiunilor canalelor sînt arătate după STAS 1162-67 în tabela 6.15.

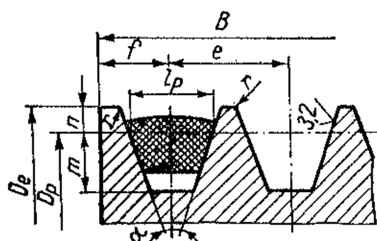


Tabela 6.15. **Dimensiunile secțiunilor canalelor (STAS 1162–67)**

l_p lățimea primitivă a canalului — egală cu lățimea primitivă a curelei respective — este dimensiunea de bază a ansamblului roată-curea și determină caracteristicile geometrice funcționale principale ale transmisiei;
n înălțimea canalului deasupra liniei primitive;
m adîncimea canalului sub linia primitivă;
f distanța dintre axa secțiunii canalului extrem și marginea vecină a roții;
e distanța dintre axele secțiunilor la două canale vecine;
α unghiul canalului;
r raza de rotunjire a marginii canalului;
D_p diametrul primitiv al roții de curea (vezi pct. 4.2) reprezentînd diametrul la care canalul are lățimea egală cu lățimea primitivă l_p;
D_c diametrul exterior al roții: $D_e = D_p + 2n$
B lățimea totală a roții: $B = (z - 1)e + 2f$, în care z este numărul de canale

Secțiunea canalului	Y	Z	A	B	C	D	E	(16)
l_p	5,3	8,5	11	14	19	27	32	16
n_{min}	1,6	2,5	3,3	4,2	5,7	8,1	9,6	4,7
m_{min}	4,7	9	11	14	19	19,9	25,4	16
f	7 ± 1	8 ± 1	10^{+2}_{-1}	$12,5^{+2}_{-1}$	17^{+2}_{-1}	24^{+3}_{-1}	29^{+4}_{-1}	$14,5^{+2}_{-1}$
e	$8\pm0,3$	$12\pm0,3$	$15\pm0,3$	$19\pm0,4$	$25,5\pm0,5$	$37\pm0,6$	$44,5\pm0,7$	$22\pm0,4$
α	$36°\pm1°$ $32°\pm1°$	$38°\pm1°$ $34°\pm1°$	$38°\pm1°$ $34°\pm1°$	$38°\pm1°$ $34°\pm1°$	$36°\pm30'$ $36°\pm30'$	$38°\pm30'$ $36°\pm30'$	$38°\pm30'$ $36°\pm30'$	$38°\pm1°$ $34°\pm1°$
r	0,5	0,5	1,0	1,0	1,5	2,0	2,0	1,0

5. CURELE

5.1. GENERALITĂȚI

Unul dintre sistemele de transmitere a puterii de la un arbore la altul este sistemul transmisiei prin curele. Transmisiile prin curele pot fi: deschise, încrucișate și semiîncrucișate.

Transmisia deschisă prin curea este o transmisie între arbori paraleli care se rotesc într-un singur sens.

Transmisia încrucișată prin curea este o transmisie între arbori paraleli, care au cureaua de transmisie încrucișată. Cu această transmisie se obține o mișcare de rotație a arborilor în sensuri diferite.

Transmisia semiîncrucișată prin curea este o transmisie între arbori a căror axe sînt perpendiculare una pe cealaltă.

Raportul de transmitere i nu trebuie să depășească 1/5 sau maximum 1/6; cînd aceste raporturi sînt depășite, se vor utiliza role de întindere.

La transmisia încrucișată se recomandă ca distanța dintre punctul de încrucișare al curelei și axa roții de curea cea mai apropiată să fie minimum de 10 ori lățimea curelei. La transmisia semiîncrucișată, distanța dintre axele celor două roți de curea trebuie să fie de 20 ori lățimea curelei și minimum de 4 ori diametrul roții mari; roțile de curea, după ce s-au montat curelele pe ele, se vor lăsa să se rotească liber în ambele sensuri și, după ce și-au fixat astfel poziția lor pe axele respective, se introduc penele pentru fixare.

După forma secțiunii, curelele de transmisie pot fi: late (secțiune dreptunghiulară), trapezoidale, rotunde.

După numărul foilor suprapuse, se deosebesc: curele simple, curele duble (avînd două foi suprapuse), curele triple (avînd trei foi suprapuse) și curele multiple (cu mai multe foi suprapuse).

După materialul din care se confecționează, curelele de transmisie se clasifică în: curele de piele, curele de pînză cauciucată, curele de cauciuc, curele de bumbac, curele de cînepă etc.

Pînă în prezent s-au standardizat curelele de piele, de pînză cauciucată și de cauciuc.

Curelele de transmisie obișnuite din piele se clasifică (după STAS 615-58) în patru grupe: grupa A, *curele late* (simple sau duble); grupa B, *curele pe muchie*; grupa C, *curele rotunde*; grupa D, *curele răsucite*.

După sistemul de tăbăcire, curelele de transmisie se împart în: curele tăbăcite vegetal sau combinat și curele tăbăcite mineral.

După modul de ungere curelele pot fi: brenuite, unse la cald, unse la rece.

Viteza periferică a curelelor late și a celor pe muchie poate ajunge, pînă la maximum 30 m/s, iar a celor rotunde, pînă la maximum 20 m/s. Raportul e/D este de maximum 1/25 la curelele din grupele A și B și de maximum 1/30 la cele din grupele C și D; e este grosimea curelei, iar numitorul fracției, diametrul șaibei.

Curelele de pînză cauciucată se clasifică după STAS 1815-69 în trei tipuri; în același standard sînt arătate metodele de încercare, condițiile tehnice și condițiile de recepție ale acestor curele.

Îmbinarea capetelor curelelor se face prin lipire, nituire, cusături sau agrafe de sîrmă; îmbinarea trebuie astfel executată încît să fie evitate loviturile pe roata de curea.

Curelele de piele trebuie ferite de acțiunea uleiurilor minerale sau a colofoniului, ultimul fiind deseori greșit utilizat pentru mărirea aderenței pe roata de curea. Din timp în timp, curelele de piele trebuie

spălate cu apă şi săpun sau cu o soluţie de carbonat de sodiu, după care se vor unge cu o unsoare specială.

1.2. CALCULE ŞI DIMENSIUNI

5.2.1. Curele de secţiune dreptunghiulară. Se notează cu:

P — puterea transmisă, în CP;
F — forţa tangenţială efectivă, în kgf;
v — viteza curelei, în m/s;
n — turaţia roţii de curea conducătoare, în rot/min;
b — lăţimea curelei, în cm;
e — grosimea curelei, în cm;
r — raza roţii de curea condusă, în cm;
σ_a — rezistenţa admisibilă pentru curea, în kgf/cm² (considerînd pe F ca o forţă de tracţiune).

Lăţimea curelei rezultă din relaţia $F = b \cdot e \cdot \sigma_a$, în care $\sigma_a = 10 \ldots 15$ kgf/cm².

Cunoscînd că $P = F \cdot v/75$ şi că $v = 2r \cdot \pi \cdot n/60$, valoarea lui b dedusă din prima ecuaţie va fi $b = F/e \cdot \sigma_a = 75 \cdot P/e \cdot \sigma_a v = 716\,201 \cdot P/e \cdot \sigma_a \cdot n \cdot r$.

Lăţimea curelelor duble se ia 0,7 din lăţimea curelelor simple deduse din ultima relaţie.

La maşinile-unelte uşoare, lăţimea curelelor se calculează considerînd o încărcare maximă de 5–8kgf pentru fiecare centimetru din lăţimea curelei şi 12 kgf/cm la maşinile-unelte grele. Lăţimile curelelor de piele, late sînt notate (după STAS 5917-71) în tabela 6.16.

Tabela 6.16. **Lăţimile curelelor de piele, late (grupa A)**

Lăţime mm	Abateri limită mm	Lăţime mm	Abateri limită mm	Lăţime mm	Abateri limită mm	Lăţime mm	Abateri limtă mm
20		71		140		280	
25		80		160		315	
32	±2	90	±3	180	±4	355	±5
40		100		200		400	
50		112		224		450	
63		125		250		500	

Grosimea curelei late pentru diferite lăţimi ale ei trebuie să corespundă (conform STAS 5917-71) cu datele din tabela 6.17.

Tabela 6.17. **Grosimile curelelor de piele, late (grupa A)**

Lăţimea curelei mm	Grosimea, mm curea simplă	Grosimea, mm curea dublă
pînă la 40	3–5	—
45–125 inclusiv	4–6	8–10
Peste 125	5–7	10–14

Lungimea aproximativă a curelei se deduce din relaţia:

$$L = \pi \cdot \frac{D + D_1}{2} + \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{D - D_1}{2}\right)^2 + 2a,$$

în care a este distanţa între axele roţilor din curea cu diametrele D şi D_1

Pentru curelele încrucişate se foloseşte formula:

$$L = \pi \cdot \frac{D + D_1}{2} + \frac{1}{a} \cdot \left(\frac{D + D_1}{2}\right)^2 + 2a.$$

În STAS 5917-71 sînt indicate lungimile standardizate.

Încărcarea admisibilă pentru 1 cm lăţime a curelelor simple şi duble pentru diferite diametre D ale roţii mici şi pentru diferite viteze v ale curelei sînt indicate în tabela 6.18.

Tabela 6.18. **Încărcările admisibile pentru curele late**

Încărcările admisibile pentru curelele late, simple, kgf/cm

Diametrul roţii mici de curea d mm	v m/s 3	5	10	20	30	40	50
100	2	2,5	3	3,5	3,5	3,5	3
200	3	4	5	6	6,5	6,5	6,5
300	4	5	6	7,5	8,5	9	9
400	5	6	7	9	10	10,5	11
500	6	7	8	10	11	11,5	12
600	7	8	9	11	12,5	13	13,5
750	8	9	10	12	13	13,5	14
1 000	9	10	11	13	14	14,5	15
1 500	10	11	12	13,5	14,5	15	15,5
2 000	11	12	13	14	15	15,5	16

Încărcările admisibile pentru curelele late, duble, kgf/cm

Diametrul roţii mici de curea d mm	v m/s 3	5	10	20	30	40	50
300	5	6	7	9	10	10	10
400	6,5	8	9	11	12	12,5	12,5
500	8	9,5	11	13	13,5	14	14
600	9,5	11	12	15	16	16,5	17
750	11	12,5	14	17,5	18,5	19,5	20
1 000	13	15	17	21	22	23	24
1 500	15	17	19	23	26	27	28
2 000	17	19	21	25	28	29	30

Forţa tangenţială efectivă, F, în funcţie de puterea transmisă şi viteza curelei v, are valorile arătate în tabela 6.19.

5.2.2. Curele trapezoidale. Prescripţii de calcul şi proiectare pentru transmisii prin curele trapezoidale clasice şi înguste (transmisii cu arborii paraleli) sînt stabilite în STAS 1163-71. Ele se aplică transmisiilor la care puterea efectivă repartizată unei curele depăşeşte 0,008 kW şi nu se referă la transmisiile autovehiculelor de orice fel.

a. **Raportul de transmitere** i se calculează cu ajutorul formulei

$$i = n_1/n_2 = D_{p2}/D_{p1},$$

în care: n_1 este numărul de rotaţii pe minut ale roţii mici;
n_2 — numărul de rotaţii pe minut ale roţii mari;
D_{p1} — diametrul primitiv al roţii mici;
D_{p2} — diametrul primitiv al roţii mari.

Tabela 6.19. **Valorile lui F în funcție de P și v, kgf**

P	v m/s													
	2,5	5	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
5	150	75	47	38	31	27	23	21	19	17	16	14	13	12
17	300	150	94	75	63	54	47	42	38	34	31	29	27	25
15	450	225	141	113	94	80	70	63	56	51	47	43	40	38
20	600	300	188	150	125	107	94	83	75	68	63	58	54	50
25	750	375	234	188	156	134	117	104	94	85	78	72	67	63
30	900	450	281	225	188	161	141	125	113	102	94	87	80	75
35	1 050	525	328	263	219	188	164	146	131	119	109	101	94	88
40	1 200	600	375	300	250	214	188	167	150	136	125	115	107	100
45	1 350	675	422	338	281	241	211	188	169	153	141	130	120	113
50	1 500	750	469	375	313	268	234	208	188	170	156	144	134	125
55	1 650	825	516	413	344	295	258	229	206	188	172	159	147	138
60	1 800	900	562	450	375	321	281	250	225	205	188	173	160	150
65	1 950	975	609	488	406	348	305	271	244	222	203	188	174	163
70	2 100	1 050	656	525	438	375	328	292	263	239	219	202	187	175
75	2 250	1 125	703	563	469	402	352	313	281	256	234	216	200	188
80	2 400	1 200	750	600	500	429	375	333	300	273	250	230	214	200
85	2 550	1 275	797	638	531	455	398	354	319	290	266	245	228	213
90	2 700	1 350	844	675	563	482	422	375	338	307	281	260	242	225
95	2 850	1 425	891	713	594	509	445	396	356	324	297	274	255	238
100	3 000	1 500	938	750	625	536	469	417	375	341	313	288	268	250
110	3 300	1 650	1 031	825	688	589	516	458	413	375	344	317	295	275
120	3 600	1 800	1 125	900	750	643	562	500	450	409	375	346	322	300
130	3 900	1 950	1 219	975	813	696	609	542	488	443	406	375	348	325
140	4 200	2 100	1 312	1 050	875	750	656	583	525	477	438	404	375	350
150	4 500	2 250	1 406	1 125	938	804	703	625	563	511	469	433	400	375
160	4 800	2 400	1 501	1 200	1 000	858	750	667	600	546	500	461	430	400
170	5 100	2 550	1 594	1 275	1 063	911	797	708	638	580	531	490	455	425
180	5 400	2 700	1 688	1 350	1 125	964	844	750	685	614	563	519	480	450
190	5 700	2 850	1 781	1 425	1 188	1 018	891	792	713	648	594	548	510	475
200	6 000	3 000	1 875	1 500	1 250	1 071	938	833	750	682	625	577	540	500
220	6 600	3 300	2 062	1 650	1 375	1 179	1 031	917	825	750	688	635	590	550
240	7 200	3 600	2 250	1 800	1 500	1 286	1 125	1 000	900	818	750	692	645	600
260	7 800	3 900	2 438	1 950	1 625	1 393	1 219	1 083	985	886	813	750	700	650
280	8 400	4 200	2 625	2 100	1 750	1 500	1 312	1 167	1 050	954	875	808	705	700
300	9 000	4 500	2 812	2 250	1 875	1 607	1 406	1 250	1 125	1 023	938	865	805	750

Se recomandă : $i \leqslant 10$ la transmisii cu arbori paraleli și $i \leqslant 2{,}5$ la transmisii cu arbori încrucișați.

b. **Viteza periferică** v, în m/s, se calculează cu ajutorul formulei :

$$v = 3{,}14 \frac{n_1 \cdot D_{p1}}{60 \cdot 1\,000} = 3{,}14 \frac{n_2 \cdot D_{p2}}{60 \cdot 1\,000},$$

în care n și n_1 se exprimă în rot/min, iar D_{p1} și D_{p2} în mm.

Se recomandă ca viteza periferică a curelei să nu depășească :

$v = 30$ m/s, la curele trapezoidale clasice;

$v = 40$ m/s la curele trapezoidale înguste.

c. **Distanța dintre axe** A se calculează inițial preliminar și apoi după stabilirea lungimii primitive L_p a curelei se calculează distanța efectivă A dintre axe.

Formulele pentru alegerea preliminară a distanței dintre axe sînt următoarele :

— arbori paraleli, două roți de curea

$$0{,}70(D_{p1} + D_{p2}) \leqslant A \leqslant 2(D_{p1} + D_{p2});$$

— arbori încrucișați, două roți de curea

$$A \geqslant 5{,}5(D_{p2} + B),$$

în care : D_{p1} este diametrul primitiv al roții mici;

D_{p2} — diametrul primitiv al roții mari;

B — lățimea roții de curea.

Pentru distanța efectivă dintre axe se folosesc formulele :

— arbori paraleli, două roți de curea

1) pentru orice valoare a unghiului β_1 :

$$A = [L_p - \pi(\beta_1 D_{p1} + \beta_2 D_{p2})/360°/[2 \sin(\beta_1/2)]$$

unde β_1 este unghiul de înfășurare la roata mică de curea, iar β_2 — unghiul de înfășurare la roata mare de curea.

2) pentru $\beta_1 \geqslant 110°$ rezultă $A \approx p + \sqrt{p^2 - q}$, unde $p = 0{,}25 L_p - 0{,}393(D_{p1} + D_{p2})$, iar $q = 0{,}125\,(D_{p2} - D_{p1})^2$;

— arbori încrucișați, două roți de curea

$$A = 0{,}25[(L_p - \pi D_{pm}) + \sqrt{(L_p - \pi D_{pm})^2 - 16 D_{pm}^2}],$$

în care D_{pm} este diametrul primitiv mediu al roților de curea.

Pe baza distanței dintre axe aleasă preliminar, se calculează lungimea primitivă a curelei L_p, care se rotunjește la valoarea standar-

dizată cea mai apropiată și apoi se face calculul de definitivare al distanței dintre axe.

d. **Lungimea primitivă a curelei** L_p se obține astfel:
— arbori paraleli, două roți de curea:

$$L_p \approx 2A + \pi D_{pm} + (D_{p_2}^2 - D_{p_1}^2)/4A, \text{ cînd } \beta_1 \geqslant 110°,$$
$$L_p = 2A \sin(\beta_1/2) + (\beta_1 D_{p1} + \beta_2 D_{p2})\, \pi/360, \text{ cînd } \beta_1 < 110°;$$

— arbori încrucișați, două roți de curea

$$L_p = 2A + \pi D_{pm} + (D_{p_1}^2 + D_{p_2}^2)/2A,$$

e. **Forma și dimensiunile** curelelor trapezoidale clasice sînt precizate în STAS 1164-71.

După secțiunile lor, curelele trapezoidale clasice se clasifică în următoarele șapte tipuri:

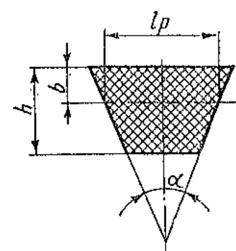


Tabela 6.20. **Dimensiunile secțiunii curelelor trapezoidale clasice (STAS 1164—71)**

Dimensiuni în mm

Tipul curelei	Dimensiuni aproximative ale secțiunii ($a \times h$)	l_p	h	b max.	α
Y	6×4	5,3	4±0,2	1,3	
Z	10×6	8,5	6±0,2	2	
A	13×8	11	8±0,3	2,8	
B	17×11	14	11±0,5	3,5	40°±1°
C	22×14	19	14±0,5	4,8	
D	32×19	27	19±0,6	6,4	
E	38×25	32	25±0,7	8,3	

Observații. Simbolurile dimensiunilor din figură au următoarele semnificații: l_p — lățimea primitivă, egală cu lățimea în dreptul fibrelor primitive, care nu se comprimă și nu se întind în urma încovoierii curelei în timpul funcționării ei, determinînd raportul de transmitere realizat; h — înălțimea curelei trapezoidale; b — distanța de la latura superioară a curelei la fibra primitivă; α — unghiul curelei trapezoidale, format de cele două laturi neparalele ale secțiunii ei.

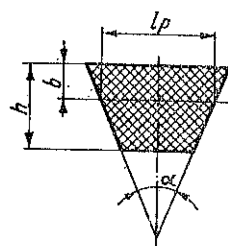


Tabela 6.21. **Dimensiunile secțiunii curelelor trapezoidale înguste (STAS 7192—65)**

Dimensiuni în mm

Tipul curelei ($l_p \times h$)	l_p/p	h	b max	α
SPZ (8,5×8)	8,5	8±0,4	2	
SPA (11×10)	11	10±0,5	2,8	
SPB (14×13)	14	13±0,5	3,5	40°±1°
(16×15)	16	15±0,5	4	
SPC (19×18)	19	18±0,6	4,8	

Observaii. **1.** Nu este permisă folosirea curelei înguste (16 × 15) în construcții noi. **2.** Simbolurile dimensiunile din figură și tabel au următoarele semnificații: l_p — lățimea primitivă, egală cu lățimea în dreptul fibrelor primitive, care nu se comprimă și nu se întind în timpul funcționării curelei determinînd raportul de transmitere realizat; h — înălțimea curelei trapezoidale; b — distanța de la latura superioară a curelei la fibrele primitive; α — unghiul curelei trapezoidale, format de cele două laturi neparalelele ale secțiunii ei.

— tipurile Y și Z, specifice transmisiilor cinematice, la care factorul principal care se transmite este viteza, forțele de tracțiune din curele fiind neglijabile și

— tipurile A, B, C, D și E, specifice transmisiilor de puteri la care atît vitezele cît și forțele de tracțiune sînt factori deopotrivă de importanți.

Elementele secțiunii acestor tipuri de curele sînt arătate în tabela 6.20, iar valoarea nominală a lungimilor primitive L_p se găsește în STAS 1164-71.

Se recomandă să nu se folosească curelele trapezoidale clasice la construcții noi, acestea urmînd a fi înlocuite prin curele înguste.

După secțiunile lor, curelele trapezoidale înguste se clasifică în următoarele tipuri: SPZ, SPA, SPB, (16 × 15) și SPC.

Dimensiunile și abaterile limită ale secțiunii curelelor înguste sînt indicate după STAS 7192-65 în tabela 6.21, iar lungimile primitive a acestor curele, în tabela 6.22.

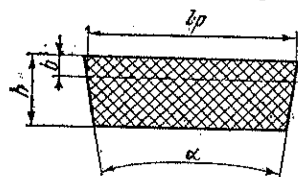
În tabela 6.23 sînt arătate după STAS 7503-66 dimensiunile și abaterile limită ale secțiunii curelelor trapezoidale late.

Tabela 6.22. **Lungimile primitive ale curelelor trapezoidale înguste și folosirea lor la diferite tipuri de curele (STAS 7192—65)**

Lungimea primitivă L_p		Curea trapezoidală îngustă tip					Diferența maximă admisă între lungimile primitive ale curelelor din același set, la transmisii cu mai multe curele	
Nominală m	Abateri limită	SPZ	SPA	SPB	(16×15)	SPC	La seturi de fabricație curentă	La seturi de precizie
630	± 6	++					2	1
800	± 8	++	++					
1 000	± 10	++	++				3	1,6
1 250	± 13	++	++	++				
1 600	± 16	++	++	++	++		5	2,5
2 000	± 20	++	++	++	++	++		
2 500	± 25	++	++	++	++	++	8	4
3 150	± 32	++	++	++	++	++		
4 000	± 40		++	++	++	++	12	6,3
5 000	± 50			++	++	++		
6 300	± 63			++	++	++	20	10
8 000	± 80			++	++	++		
10 000	±100				++	++	30	16
12 500	±125					++		

Observații. **1.** Lungimea primitivă L_p este egală cu lungimea fibrelor primitive, care nu se întind și nu se comprimă în timpul funcționării curelei, adică este lungimea curelei, la nivelul lățimii primitive l_p a secțiunii ei. **2.** Lungimile primitive nominale, cuprinse în tabel, corespund numerelor normale ale seriei R20.

Tabela 6.23. **Dimensiunile secţiunilor curelelor trapezoidale late (STAS 7503—66)**



Dimensiuni în mm

Tipul curelei	l_p	h	b_{max}
W 16	16	5+0,9 −1,1	1,7
W 20	20	6,5+0,9 −1,6	2,1
W 25	25	8+1,0 −1,5	2,5
W 32	32	10+1,2 −1,8	3,1
W 40	40	13+1,2 −2,3	3,9
W 50	50	16+1,6 −2,4	4,8
W 63	63	20+1,8 −2,7	5,9
W 80	80	25+2,2 −2,8	7,3
W 100	100	32+2,2 −3,3	9,1

5.2.3. **Curele rotunde şi curele răsucite.** Curelele rotunde se execută după STAS 5917-71, cu diametre de 5, 6 şi 7 mm, iar curelele răsucite, conform aceluiaşi standard, cu diametre de 8, 10, 12, 15, 18 şi 20 mm.

Capitolul **7**

MAŞINI-UNELTE ŞI OPERAŢII DE PRELUCRARE LA MAŞINI-UNELTE

1. NOŢIUNI GENERALE DESPRE MAŞINI-UNELTE

1.1. CLASIFICAREA MAŞINILOR -UNELTE

În funcţionarea maşinilor-unelte distingem două mişcări caracteristice: o mişcare principală şi o mişcare de avans.

Mişcarea principală poate fi circulară sau rectilinie şi se caracterizează prin viteze de aşchiere, exprimate de obicei în metri pe minut.

Mişcarea de avans este realizată prin deplasarea continuă sau intermitentă a piesei sau a sculei. La maşinile cu mişcare principală circulară, avansul piesei sau al sculei se exprimă în milimetri pentru o rotaţie a arborelui principal; pentru maşinile cu mişcare principală rectilinie, avansul piesei sau al sculei se exprimă în milimetri pentru o cursă utilă.

După felul mişcării principale, maşinile-unelte se grupează în două categorii: *maşini-unelte cu mişcarea principală circulară*, din care fac parte: strungurile, maşinile de găurit, maşinile de frezat, maşinile de filetat, ferăstraiele circulare etc. şi *maşini-unelte cu mişcarea principală rectilinie*, din care fac parte: maşinile de rabotat; maşinile de mortezat, şepingurile, ferăstraiele cu mişcare rectilinie alternativă etc.

După felul mişcării de avans, maşinile-unelte se clasifică în: *maşini-unelte cu avans continuu*, cum sînt de exemplu: strungurile, la care piesa de prelucrat execută o mişcare circulară în raport cu scula, maşinile de găurit etc. şi *maşinile-unelte cu avans intermitent*, din care fac parte: maşinile de rabotat, maşinile de mortezat, şepingurile, ferăstraiele mecanice cu mişcare rectilinie alternativă etc.

După natura suprafeţei piesei de prelucrat (plană, cilindrică sau curbă) deosebim: *maşini pentru prelucrat suprafeţe plane* (de exemplu, maşini de frezat, raboteze, morteze, şepinguri, maşini de rectificat plan etc.,), *maşini pentru prelucrat suprafeţe rotunde* (de exemplu, strunguri, maşini de rectificat rotund etc.), *maşini pentru prelucrat găuri* (de exemplu, maşini de găurit, maşini de rectificat interior etc.),

maşini pentru prelucrat filet (de exemplu, maşini de frezat şi rectificat filet), *maşini pentru tăiat roţi dinţate* (de exemplu maşini de frezat, maşini de rabotat speciale etc.), *maşini pentru prelucrat suprafeţe curbe* (de exemplu, maşini de copiat prin strunjire).

După felul operaţiilor de prelucrare se deosebesc: *strungul* (folosit în principal pentru strunjire şi în secundar pentru filetare, găurire retezare), *maşina de găurit* (folosită în principal pentru burghiere şi în secundar pentru teşire, alezare, filetare), *maşina de frezat* (folosită în principal pentru frezare şi în secundar pentru fasonare, copiere, filetare), *maşina de rabotat, maşina de rectificat, polizorul, ferăstrăul mecanic* etc.

La alegerea maşinilor-unelte trebuie să se ţină seamă de criteriile tehnologice, adică de calitatea şi cantitatea pieselor ce trebuie prelucrate, de forma şi mărimea lor, precum şi de gradul de precizie cerut acestor piese.

După criterii tehnologice, maşinile-unelte se clasifică în:

— *maşini-unelte universale*; acestea au o gamă mare de posibilităţi de prelucrare şi se folosesc în special la producţia individuală (de exemplu, strunguri universale, maşini de frezat universale, maşini de frezat orizontale şi verticale, maşini de rectificat universale etc.);

— *maşini-unelte de mare productivitate*: acestea se caracterizează prin micşorarea universalităţii lor, prin mărirea rigidităţii şi micşorarea numărului de trepte de viteză (de exemplu, strunguri cu mai multe cuţite, strunguri automate şi semiautomate, maşini de rectificat fără vîrfuri, maşini de frezat portale etc.);

— *maşini-unelte monooperaţie*; acestea execută o anumită operaţie la o anumită categorie de piese, de diferite mărimi (de exemplu, maşini-unelte pentru prelucrarea manetoanelor la arbori cotiţi, maşini-unelte pentru prelucrarea camelor etc.);

— *maşini-unelte specializate* sînt maşini-unelte din grupele enumerate mai înainte care au fost amenajate pentru executarea unei anumite operaţii la prelucrarea unei anumite piese (de exemplu, maşină de găurit cu capul înclinat corespunzător înclinaţiei canalelor de ungere ale unui anumit arbore cotit, maşinile agregat pentru prelucrarea completă a blocurilor de cilindri etc.);

— *maşinile unelte speciale* sînt maşini-unelte proiectate şi executate în mod special pentru executarea unei anumite operaţii la o anumită piesă; executarea lor costă foarte mult şi din această cauză ele se folosesc numai la producţia în masă.

1.2. ACŢIONAREA MAŞINILOR-UNELTE

Maşinile-unelte pot avea acţionarea pe grupe sau acţionare individuală.

1.2.1. Acţionarea pe grupe. Acţionarea pe grupe a două sau mai multe maşini-unelte se realizează cu ajutorul unor transmisii prin curele.

Transmisia pentru un grup de maşini-unelte este acţionată în majoritatea cazurilor prin motoare electrice trifazate (de obicei motoare asincrone). Puterea acestor motoare se ia aproximativ 0,7 din suma puterilor maxime ale maşinilor-unelte acţionate de transmisia respectivă.

Acţionarea pe grupe, în comparaţie cu acţionarea individuală, are avantajul că necesită cheltuieli de investiţie mai mici. Ea este recomandată la acţionarea maşinilor-unelte care necesită puteri mai mici de 1 kW.

Datorită dezavantajelor pe care le prezintă, acest sistem de acţionare este în prezent rareori folosit. Dintre dezavantajele mai importante se menţionează:

— consum de energie mărit;

— ruperea curelei de la motorul de antrenare imobilizează întreg grupul de maşini acţionat de la transmisia respectivă;

— curelele micşorează luminozitatea atelierului, iar prin mişcarea lor menţin continuu atmosfera atelierului încărcată cu praf;

— întreţinerea transmisiilor şi a curelelor este costisitoare.

1.2.2. Acţionarea individuală. Acţionarea individuală, neprezentînd deficienţele menţionate la acţionarea pe grupe, este utilizată astăzi pe scară întinsă în toate uzinele.

Dintre avantajele pe care le oferă acţionarea individuală se menţionează următoarele:

— consumul de energie pentru acţionarea unei maşini-unelte este proporţional cu timpul cît aceasta lucrează;

— acţionarea individuală realizează independenţa maşinilor între ele şi astfel uşurează instalarea sau mutarea lor;

— posibilităţile de accidentare a muncitorilor sînt mai mici decît la acţionarea pe grupe.

1.3. MOTOARE ELECTRICE PENTRU ACŢIONAREA MAŞINILOR-UNELTE

Pentru acţionarea maşinilor-unelte se folosesc atît motoarele electrice de curent continuu cît şi cele de curent alternativ.

a. **Motoare electrice de curent continuu** folosite în mod obişnuit sînt motoarele cu excitaţia în derivaţie şi cu excitaţia compound.

— *Motoarele în derivaţie* se utilizează pentru acţionarea maşinilor-unelte la care eforturile ce intervin în timpul funcţionării maşinilor-unelte prezintă variaţii mici; această situaţie există la strunguri, maşini de rabotat, maşini de găurit, maşini de frezat etc.

— *Motoarele compound* sînt indicate pentru acţionarea maşinilor-unelte la care eforturile prezintă variaţii bruşte, cum este cazul preselor cu excentric sau al foarfecelor ghilotină.

b. **Motoarele electrice de curent alternativ trifazat** sînt folosite la acţionarea celor mai multe maşini-unelte.

— *Motorul asincron trifazat, cu rotorul în scurtcircuit,* este utilizat de obicei la maşinile-unelte care necesită o putere sub 5 kW. Viteza lui este constantă, nefiind influenţată decît de frecvenţa curentului de alimentare.

— *Motorul asincron trifazat, cu rotorul prevăzut cu inele colectoare,* avînd un cuplu de pornire ridicat, este folosit la maşinile-unelte care necesită o putere mai mare de 5 kW.

1.4. PUTEREA NECESARĂ ACŢIONĂRII MAŞINILOR-UNELTE

Determinarea aproximativă a puterii P, necesară unei maşini-unelte, se face prin calcul, fie în funcţie de apăsarea principală de tăiere P_z şi viteza de tăiere v, fie în funcţie de greutatea orară a aşchiilor G_h.

1.4.1. Calculul puterii în funcţie de viteza de tăiere şi apăsarea principală. Puterea necesară unei maşini-unelte este dată, în acest caz, de relaţia:

$$P = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 75} \cdot \frac{1}{\eta},$$

în care: P este puterea necesară maşinii-unelte, în CP;
P_z — apăsarea principală de tăiere, în kgf;
v — viteza de aşchiere, în m/min;
η — randamentul maşinilor-unelte (0,6—0,9).

Cunoscînd că apăsarea principală de tăiere $P_z = K_t q$, formula de mai sus devine

$$P = \frac{K_t \cdot q \cdot v}{60 \cdot 75} \cdot \frac{1}{\eta} \text{ [CP]},$$

în care: K_t este rezistenţa specifică de tăiere corespunzătoare materialului respectiv, în kgf/mm²;
q — secţiunea transversală a aşchiei, în mm².

Exemplu de calcul Să se determine puterea absorbită de un strung, la care se strunjeşte o piesă din fontă, avînd duritatea $HB = 170$, cu o aşchie de 20 mm² şi cu o viteză de tăiere de 15 m/min.

$q = 20$ mm²; $v = 15$ m/min; $\eta = 0,75$; $K_t = 90$ kgf/mm² (v. tabela 7.18).

$$P = \frac{K_t \cdot q \cdot v}{60 \cdot 75} \cdot \frac{1}{\eta} = \frac{90 \cdot 20 \cdot 15}{60 \cdot 75} \cdot \frac{1}{0,75} = 8\text{CP}.$$

1.4.2. Calculul puterii în funcţie de debitul de aşchii. Puterea necesară pentru acţionarea unei maşini-unelte, ţinînd seamă de cantitatea de aşchii produsă într-o oră G_h şi puterea absorbită de mersul în gol, este dată de relaţia $P = P_1 + P_2$,

în care: P este puterea necesară acţionării maşinii-unelte, în CP;
P_1 — puterea necesară pentru mersul în gol al maşinii-unelte, în CP;
P_2 — puterea efectivă necesară pentru executarea operaţiei de aşchiere, în CP.

Valoarea lui P_2 se deduce din formula; $P_2 = \varepsilon G_h$,
în care: G_h este debitul de aşchii al maşinii într-o oră, în kg/h;
ε — energia necesară pentru realizarea aşchierii cu un debit de 1 kg aşchii pe oră, în CP h/kg.

Valoarea lui ε pentru diferite materiale, la diferite maşini-unelte, precum şi valorile lui P_1 (pentru maşini de mărime mijlocie), sînt următoarele:

— *Strunguri* (*secţiunea medie a aşchiei* $s = 2,8$ mm²): puterea necesară pentru mersul în gol $P_1 = 0,1 \ldots 0,7$ CP.

Fontă . . . . $\varepsilon = 0,069$
Oţel moale . . . . $\varepsilon = 0,072$
Oţel tare . . . . $\varepsilon = 0,104$.

— *Maşini de găurit*: $P_1 = 0,05 \ldots 0,5$ CP.

Fontă: $\varepsilon = 0,135 + 0,135/d$; oţel forjat: $\varepsilon = 0,135 + 0,55/d$, d fiind diametrul burghiului, în mm.

— *Maşini de alezat*: $P_1 = 0,05 \ldots 0,5$ CP.

Fontă: $\varepsilon = 0,034 + 0,13/q$,
în care q este secţiunea aşchiei, în mm².

— *Maşini de frezat*: $P_1 = 0,55 \ldots 1$ CP.

Fontă: $\varepsilon = 0,07$.

— *Maşini de rabotat*: $P_1 = 0,6 \ldots 1$ CP.

Fontă: $\varepsilon = 0,034 + 0,13/q$.
Oţel moale: $\varepsilon = 0,114$.
Oţel tare: $\varepsilon = 0,246$.
Bronz $\varepsilon = 0,028$.

— *Maşini de ştanţat*: $P_1 = 0,16 \ldots 0,82$ CP, $P_2 = 3,71 \cdot \alpha \cdot ACP$ în care A este suprafaţa tăiată, în m²/h, iar $\alpha = 0,25 + 0,0145h$, unde h este grosimea tablei, în mm.

Exemplu de calcul: Să se determine puterea necesară unui strung la care se strunjeşte un cilindru din fontă cu o aşchiere de 6 mm² şi o viteză de tăiere de 15 m/min.
$\varepsilon = 0,069$ CPh/kg; $q = 6$ mm²; $v = 15$ m/min; $\gamma = 7,6$ kg/dm³;
$P_2 = \varepsilon G_h = \varepsilon \cdot \gamma \cdot q \cdot v \cdot 60/1\,000 = 0,069 \cdot 7,6 \cdot 6 \cdot 15 \cdot 60/1\,000 = 2,83$ CP; $P_1 = 0,5$ CP.
Deci: $P = P_1 + P_2 = 0,5 + 2,83 = 3,33$ CP.

1.4.3. Tabele cu puterile necesare maşinilor-unelte. În tabelele 7.1—7.17 sînt indicate puterile aproximative necesare acţionării individuale a maşinilor-unelte. Cînd acţionarea acestor maşini-unelte se face pe grupe, puterea totală necesară se ia 0,6—0,7 din suma puterilor parţiale, afară de cazuri speciale cînd puterea totală necesară poate ajunge pînă la 0,9 din suma acestor puteri.

Tabela 7.1. **Strunguri paralele**

Înălţimea vîrfurilor mm	Tipul maşinilor – uşoare	mijlocii	grele	Înălţimea vîrfurilor mm	Tipul maşinilor – uşoare	mijlocii	grele
	Puterea necesară, CP				Puterea necesară, CP		
150	0,6	1	2–4	**400**	6	6–12	8–15
170	0,8	1,5	2–5	**500**	7	8–15	10–20
200	1,5	2,5	3–6	**600**	7	8–15	12–20
250	2,5	3–4	4–7	**750**	8	8–15	12–20
300	3,5	4–7	6–12	**1 000**	10	10–18	12–25
350	5	5–10	7–12	**1 500**	10	12–20	12÷25

Tabela 7.2. **Strunguri frontale**

Diametrul de strunjit, mm	1 000	1 250	1 500	1 700	2 000	2 500
Puterea necesară, CP, circa	2	2,5	3	3,5	4	5
Diametrul de strunjit, mm	3 000	4 000	5 000	6 000	8 000	10 000
Puterea necesară, CP, circa	6	8	10	12	18	25–30

Tabela 7.3. **Strunguri carusel**

Diametrul de strunjit, mm	750	1 000	1 250	1 500	2 000	2 500	3 000	4 000	5 000
Puterea necesară, CP circa	5	8	12	15	18	20	25	25	30

Tabela 7.4. **Strunguri revolver şi automate cu un ax**

Diametrul interior al arborelui principal, mm		10	15	20	25	30	40	50	70	85	100	120	150
Puterea necesară, CP, pentru maşini:	uşoare	0,75	1	1,5	1,5	2	2,5	3	4	—	—	—	—
	grele	—	—	2,5	3	4	5	6	7	7	8	10	12

Tabela 7.5. **Strunguri revolver automate cu 4 axe**

Diametrul interior al arborelui principal, mm	7	14	20	25	35	42	57
Puterea necesară, CP, circa	1	2	2,5	3	4	5	6

Tabela 7.6. **Maşini de găurit**

Diametrul maxim al găurii, mm		20	30	40	50	75	100	120
Puterea necesară, CP, pentru maşini:	normale de	1–1,5	1,5–3	2–4	3–5	4–8	5–10	6–12
	mare viteză	—	—	—	10	15	20	25

Tabela 7.7. **Maşini de găurit radiale**

Diamterul maxim al găurii, mm	60	75	90	100	125
Puterea necesară, CP, circa	2–5	4–8	6–10	7–12	10–15

Tabela 7.8. **Maşini de găurit şi frezat orizontale**

Diametrul arborelui, mm	80	100	120	150	200	250
Puterea necesară, CP, circa	6	7–10	8–12	10–15	15–20	20–25

Tabela 7.9. **Maşini de frezat orizontale şi universale**

Suprafaţa mesei, mm		450×145	600×200	700×225	900×250
Puterea necesară, CP, pentru maşini	uşoare	0,75	1–1,5	1,5–2	2–2,5
	grele	—	—	4–7	5–10
Suprafaţa mesei, mm		1 045×265	1 200×285	1 500×350	1 700×400
Puterea necesară, CP, pentru maşini:	uşoare	2–3	2–3	3–5	5–7
	grele	6–12	6–15	6–15	8–20

Tabela 7.10. **Maşini de frezat verticale**

Deschiderea, mm	150	200	350	500	800	1 000
Suprafaţa mesei, mm	500×125	750×200	1000×300	—	—	—
Diametrul mesei rotunde, mm,	—	—	450	650	1 000	1 500
Puterea necesară, CP, circa	1	2	3	4–7	6–10	8–15

Tabela 7.11. **Maşini de frezat roţi dinţate**

Modulul maxim		1	2,5	4	6	9	14	20	25	30
Puterea necesară, CP, pentru maşini:	uşoare	0,75	1	1,5	2,5	3	4	6	10	15
	grele	—	—	—	—	—	...8	...10	...15	...20

Tabela 7.12. **Maşini de rabotat**

Lungimea mesei şi deschiderea verticală, mm	600	800	1 000	1 250	1 500	2 000	2 500	3 000	4 000
Puterea necesară, CP, circa	3	5	6,5	8	10	15	20	25	30–35

Tabela 7.13. **Maşini de mortezat**

Cursa, mm	175	200	250	300	350
Deschiderea verticală, mm	350	450	550	600	700
Puterea necesară pentru maşini cu culisă, CP, circa	1,5	2	2,5	3	4
Cursa, mm	400	500	600	700	800
Deschiderea verticală, mm	800	900	1 000	1 150	1 300
Puterea necesară pentru maşini cu culisă, CP, circa	4	5	6	9	10

Tabela 7.14. **Şepinguri**

Cursa, mm	200	300	400	500	600	800	1 000
Puterea necesară, CP, circa	1,5	2	3	4,5	6	7,5	9

Tabela 7.15. **Mașini de rectificat rotund**

Diametrul pietrei, mm	250	300	500	600
Puterea necesară, CP, circa	5—8	6—10	10—15	15—25

Tabela 7.16. **Mașini de rectificat plan**

Piatră în formă de:	disc			clopot	
Diametrul pietrei, mm	175	200	250	200	400
Puterea necesară, CP, circa	2	3	4	5	20

Tabela 7.17. **Mașini de ascuțit scule**

Puterea necesară CP, pentru:	Mașini de ascuțit burghie spirale și mașini de ascuțit universale	0,5—2
	Mașini de ascuțit cuțite de strung	1,5—2,5

1.5. SCHEMĂ CINEMATICĂ ȘI LANȚ CINEMATIC

Schema cinematică a unei mașini-unelte reprezintă schema în care este reprezentat, prin semne convenționale, modul cum diferitele organe mobile ale mașinii se îmbină pentru a produce mișcările necesare procesului de așchiere sau de deformare a materialului, pentru a se obține piese finite sau semifabricate.

Lanț cinematic al unei mașini-unelte se numește totalitatea organelor care se îmbină pentru a primi și transmite o mișcare.

O mașină-unealtă poate avea unul sau mai multe cinematice.

În funcție de caracterul mișcării ce se execută se deosebesc: lanțurile cinematice ale mișcării principale, ale mișcării de avans, lanțul cinematic de mers rapid etc. Elementele care apar deosebi într-un lanț cinematic sînt: roțile de curea, roțile dințate, șuruburile conducătoare, camele, antrenorii și alte piese care execută transmiterea mișcării.

Lanțurile cinematice pot avea o sursă unică de antrenare sau pot fi acționate fiecare în mod separat. În ultimul caz, mașinile-unelte sînt mai practice.

În construcția oricărei mașini-unelte se urmărește ca schema cinematică să fie cît mai simplă deoarece, în acest caz, și construcția mașinii-unelte este simplă. Acest deziderat se realizează prin folosirea în lanțurile cinematice de elemente de mașini puține și cît mai simple (de exemplu, arbori, transmisii cu curele, cu roți dințate, cu cremalieră, cu culise etc.), precum și prin montarea arborilor astfel ca axele acestora să fie paralele sau perpendiculare.

În fig. 7.1 este arătată schema cinematică a strungului normal IA 62, construit în țară.

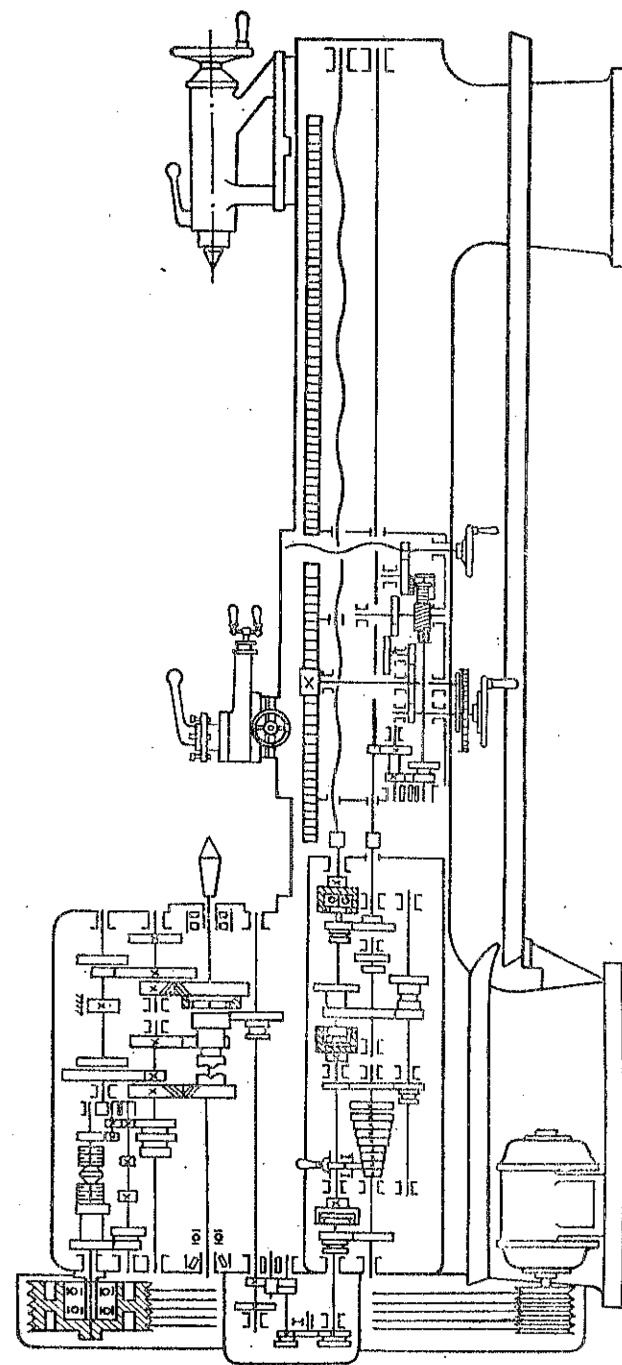


Fig. 7.1. Schema cinematică a strungului normal IA 62.

2. NOȚIUNI DESPRE AȘCHIEREA METALELOR

2.1. CARACTERISTICILE PROCESULUI DE AȘCHIERE

Pentru clarificarea noțiunilor, acest subcapitol se referă la strunjire și rabotare.

Elementele care intervin în procesul de așchiere sînt: mișcările principală și secundară, viteza de așchiere, adîncimea de așchiere, avansul, dimensiunile așchiei, apăsările care se exercită asupra cuțitului, apăsarea specifică de așchiere și rezistența specifică de așchiere.

Noțiunile și mărimile de bază utilizate în tehnica așchierii și în construcția sculelor așchietoare sînt definite în STAS 6599-71.

Mișcările prin care se obține așchierea sînt:

— *mișcarea principală*, cu ajutorul căreia se produce desprinderea așchiilor. Mișcarea principală poate fi de rotație (de exemplu, la strung, la mașina de găurit etc.) sau rectilinie alternativă (de exemplu, la raboteză, șeping, morteză);

— *mișcarea secundară* (de avans) pentru îndepărtarea fiecărei așchii noi.

a. **Viteza de așchiere** v este drumul parcurs de tăiș în unitatea de timp, pe suprafața de așchiat; se exprimă în m/min. Notînd cu v — viteza de așchiere, în m/min; D — diametrul arborelui de prelucrat (înainte de prelucrare) în mm, și n — turația, în rot/min, viteza de așchiere va fi dată de relația $v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1\,000}$ [m/min].

Exemple 1. *Determinarea vitezei de așchiere v.* Dacă un arbore se prelucrează la strung cu 100 rot/min, diametrul arborelui înainte de prelucrare fiind de 50 mm, atunci

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1\,000} = \frac{3{,}14 \cdot 50 \cdot 100}{1\,000} = 15{,}7 \text{ m/min.}$$

2. *Determinarea turației.* Dacă o roată cu $D = 600$ mm trebue prelucrată cu $v = 11{,}3$ mm atunci $n = \frac{1\,000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1\,000 \cdot 11{,}3}{3{,}14 \cdot 600} = 6$ rot/min.

b. **Adîncimea de așchiere** t este distanța dintre suprafața care urmează a fi prelucrată și cea prelucrată, măsurată pe o perpendiculară dusă pe aceasta din urmă; ea se exprimă în mm (fig. 7.2, 7.3., 7.4).

c. **Avansul** s este mărimea deplasării cuțitului în mișcarea secundară, în cursul unei rotații complete la strung sau într-o cursă de raboteză sau șeping; se exprimă în mm/rot, respectiv în mm/cursă.

La prelucrarea pe diferite mașini-unelte, avansul poate fi: longitudinal, transversal, vertical sau orizontal.

d. **Dimensiunile așchiei** sînt:

— *lățimea așchiei b* este distanța dintre suprafața de așchiat și cea așchiată, măsurată pe suprafața de tăiere; se exprimă în mm;

— *grosimea așchiei a* este distanța dintre două poziții succesive ale suprafeței, măsurată perpendicular pe lățimea așchiei; se exprimă în mm;

— *secțiunea așchiei q* este suprafața patrulateră, avînd ca laturi: grosimea așchiei și lățimea ei sau avansul și adîncimea de așchiere; se exprimă în mm² (fig. 7.5).

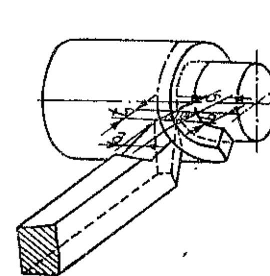


Fig. 7.2.;

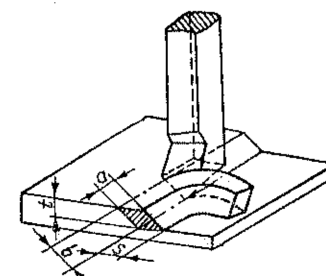


Fig. 7.3.;

Mărimea acesteia se obține cu relația $q = a \cdot b = s \cdot t$.

Forțele care acționează asupra cuțitului. *Apăsarea de așchiere P* (fig. 7.6) este forța care se exercită asupra cuțitului în mersul așchierii și se exprimă în kgf.

Apăsarea de așchiere P se poate descompune, corespunzător mișcărilor piesei și ale cuțitului, în trei componente:

— *componenta verticală P_z*, denumită *apăsarea principală de așchiere* (forță de așchiere), caracterizează apăsarea așchiei asupra cuțitului;

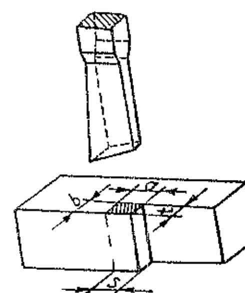


Fig. 7.4.;

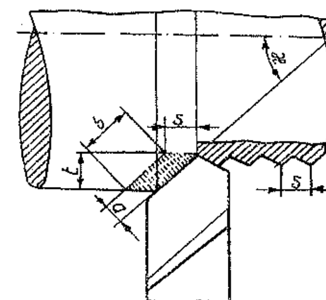


Fig. 7.5.;

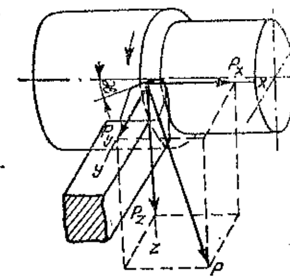


Fig. 7.6.;

— *componenta axială P_x*, denumită *apăsare de avans*, este orientată în sens opus avansului longitudinal;

— *componenta P_y*, denumită *apăsare de respingere* este orientată în sens opus avansului transversal.

Ca și forța P, componentele se exprimă în kgf.

Prin experiențe s-a stabilit că valoarea componentei verticale P_z este influențată de mai mulți factori: duritatea materialului prelucrat, mărimea secțiunii așchiei, forma capului cuțitului etc.

Pentru calcularea aproximativă a apăsării principale de tăiere P_z, care este componenta cea mai importantă în procesul de așchiere, se folosește de obicei formula: $P_z = K_t \cdot q$,

în care: K_t este rezistența specifică de așchiere corespunzătoare materialului respectiv, în kgf/mm²;

q — secțiunea transversală a așchiei, în mm².

Această formulă nu dă rezultate precise, deoarece nu prevede variația rezistenței specifice de așchiere în funcție de variația secțiunii transversale a așchiei, de componenta $t \cdot s$ pentru aceeași secțiune de așchiere, precum și de forma capului cuțitului. În realitate, cu cît secțiunea așchiei este mai mare, cu atît rezistența specifică de așchiere descrește.

Cu toate că valoarea apăsării principale de așchiere P_z, calculată după formula indicată, de multe ori nu corespunde întocmai cu rezultatele obținute prin calcule mai precise, care țin seamă de toți parametrii care influențează valoarea acesteia, totuși această formulă, datorită simplității ei, este folosită în practică, exactitatea ei fiind suficientă la lucrările de atelier.

Exemplu. Să se determine apăsarea principală de tăiere la prelucrarea unui oțel cu $\sigma_r = 70$ kgf/mm², secțiunea așchiei desprinse fiind $q = 3$ mm². Rezistența specifică de așchiere pentru oțelul respectiv este $K_t = 200$ kgf/mm².

Aplicînd formula cunoscută se obține $P_z = K_t q = 200 \cdot 3 = 600$ kgf.

Apăsarea specifică (presiunea) de așchiere p este raportul dintre apăsarea principală de așchiere (forța de așchiere) P_z și secțiunea așchiei q; ea se exprimă în kgf/mm².

Valoarea acesteia se calculează cu relația $p = P_z/q$.

Pentru un material dat, apăsarea specifică de așchiere este variabilă, ea depinzînd de aceiași parametri de care depinde și apăsarea principală de așchiere P_z.

— *Rezistența specifică de așchiere* K_t a unui material este apăsarea specifică în următoarele condiții de așchiere:

unghiul de tăiere: $\delta = 75°$; unghiul de atac: $\varkappa = 45°$; adîncimea de așchiere: $t = 5$ mm; avansul: $s = 1$ mm/rot; tăișul cuțitului: rectiliniu, orizontal; vîrful cuțitului: rotunjit cu $r = 1$ mm; condiții de lucru (de așchiere): uscat.

Rezistența (apăsarea) specifică de așchiere se exprimă, ca și rezistența la rupere, în kgf/mm² (tabela 7.18).

Tabela 7.18. **Rezistențe specifice de așchiere**

Materialul de prelucrat	Rezistența la rupere kgf/mm²	Duritatea Brinell HB	Rezistența specifică de așchiere kgf/mm² K_t
Oțel pentru construcții	50	—	130
	60	—	160
	70	—	200
	80	—	220
	90	—	270
Fontă cenușie	—	150	70
	—	170	90
	—	190	100
	—	210	110
Bronz	—	—	60
	—	—	100

2.2. CONDIȚII ECONOMICE DE AȘCHIERE

Pentru a se reduce la minimum prețul de cost al operațiilor de prelucrare, este necesar ca mașina-unealtă să fie încărcată integral și să se obțină o cantitate maximă de așchii în unitatea de timp, cu ajutorul unei scule avînd cea mai lungă durată de tăiere continuă.

La realizarea acestor condiții economice optime intervin o serie de factori dintre care fac parte următorii:

a. **Căldura de așchiere.** Căldura degajată în timpul așchierii cauzează încălzirea sculei așchietoare. Dacă temperatura depășește o anumită limită, urmarea este o reducere a durității tăișului și accelerarea uzurii sculei așchietoare.

Căldura de așchiere se compune din căldura de deformație plastică (care crește cu apăsarea de așchiere) provocată de deformațiile din corpul așchiei, căldura de deformație elastică (care crește cu viteza de așchiere) provocată de deformația materialului din fața sculei și căldura de frecare (care crește cu viteza de așchiere).

Căldura de așchiere este influențată de duritatea materialului așchiat, de mărimea secțiunii așchiei și de viteza de așchiere.

În practică, pentru prelungirea duratei de folosire a sculei între două ascuțiri, se obișnuiește a se lucra cu secțiunea maximă a așchiei permisă de puterea strungului și de duritatea materialului piesei,

alegîndu-se viteza de aşchiere corespunzătoare acestei secţiuni de aşchiere.

Repartizarea căldurii între aşchie şi sculă, precum şi viteza de propagare a căldurii depind şi de forma secţiunii aşchiei. Aşchiile late şi subţiri transmit mai repede căldura la tăişul cuţitului decît aşchiile înguste şi groase, deoarece sînt în contact pe o porţiune mai mare cu scula. Din acest motiv, în primul caz sînt admise viteze mai mari de aşchiere.

Forma cuţitului influenţează, de asemenea, căldura de aşchiere şi anume la prelucrarea metalelor tenace şi maleabile (de exemplu, oţelul moale) se folosesc unghiuri de degajare mari, deoarece aşchia avînd formă continuă, aceasta freacă continuu faţa de degajare a sculei, încălzind-o intens. Pentru prelucrarea carburilor metalice şi casante (de exemplu, oţel dur, fontă, bronz) se folosesc scule cu unghiuri de degajare mici (tabela 7.19), deoarece aşchiile acestor metale se fărîmiţează, şi, ca atare, se freacă mai puţin de faţa de degajare. Pentru motive similare unghiul de aşezare α trebuie să fie mai mare la prelucrarea materialelor tenace şi moi şi mai mic la materialele dure şi casante.

Tabela 7.19. **Elemente constructive la cuţitele cu plăcuţe din carburi metalice**

Felul prelucrării	Materialul prelucrat	Unghiuri ale cuţitului: Unghiul de degajare γ	Unghiuri ale cuţitului: Unghiul de aşezare α	Unghiuri ale cuţitului: Unghiul de înclinaţie λ	Raza de rotunjire a vîrfului cuţitului mm
Degroşare cu izbituri	Oţel moale şi semidur: $\sigma < 70$ kgf/mm²	−10	8	+10	1,5
	Oţel tare: $\sigma_r > 70$ kgf/mm²	−10	8	+20	1,5
	Fontă moale medie: $HB < 220$ kgf/mm²	+5...0	8	+10	3,0
	Fontă dură: $HB = 220$ kgf/mm²	−5	8	+20	3,0
Degroşare fără izbituri	Oţel moale şi semidur: $\sigma_r < 70$ kgf/mm²	−5	8	0	1,0
	Oţel tare: $\sigma_r > 70$ kgf/mm²	−10	8	+5	1,0
	Oţel rapid călit: $\sigma_r = 260$ kgf/mm²	−15	12	+15	2,0
	Fontă moale şi medie: $HB = 220$ kgf/mm²	+5	8	0	3,0
	Fontă dură: $HB > 220$ kgf/mm²	0	8	+5	3,5
Finisare	Oţel moale şi semidur: $\sigma_r < 70$ kgf/mm²	−2	15	0	1,0
	Oţel tare $\sigma_r > 70$ kgf/mm²	−5	12	0	1,5
	Oţel rapid călit: $\sigma_r = 260$ kgf/mm²	−6	12	0	1,0
	Fontă moale şi medie: $HB < 220$ kgf/mm²	+5	15	0	3,0
	Fontă dură: $HB > 220$ kgf/mm²	0	12	0	3,0

Observaţie. Pentru cunoaşterea unghiurilor γ, α şi λ, precum şi a razei de rotunjire, se va urmări descrierea şi figurile de la capitolul 8 (Scule), primele subcapitole.

Pentru micşorarea influenţei dăunătoare a căldurii degajate al aşchiere se foloseşte răcirea sculelor aşchietoare cu lichide de răcire. Lichidul de răcire se alege după caz, atît după capacitatea lui de răcire, cît şi după proprietăţile lui de ungere.

b. **Durata de aşchiere continuă** T_t a unei scule este timpul de folosire al acesteia între două reascuţiri. Pentru acelaşi material al piesei şi aceeaşi sculă, durata de aşchiere continuă descreşte cu creşterea vitezei de aşchiere şi invers. Ea se stabileşte în funcţie de felul prelucrării şi al maşinii-unelte folosite. Astfel, pentru strunguri paralele, durata de aşchiere se prevede de circa 60 min; la un strung automat ea trebuie să fie de cel puţin 480 min, deoarece în acest din urmă caz înlocuirea cuţitelor necesită un timp mai mare.

c. **Durata economică de aşchiere continuă** este durata de aşchiere continuă la care se însumează timpul, în minute, necesar recondiţionării şi înlocuirii sculei uzate.

Ca valori aproximative pentru durata economică de aşchiere continuă, la unele scule se indică următoarele:

cuţite din oţel special pentru scule: 60 min; cuţite cu plăcuţe din carburi metalice: 90 min; cuţite profilate: 120 min; burghie spirale, cu $d = 2 \ldots 80$ mm: 6–120 min; alezoare, cu $d = 3 \ldots 32$ mm: 12–108 min; freze cilindrice, cu $d = 60 \ldots 110$ mm: 84–150 min; freze frontale, cu $d = 60 \ldots 110$ mm: 120–270 min; tarozi cu $d = 3 \ldots 52$ mm 18–180 min; broşe: 60–240 min.

d. **Viteza de aşchiere economică** V_e este viteza de aşchiere corespunzătoare unei durate de aşchiere optimă a sculei.

Viteza de aşchiere economică depinde de calitatea materialului cuţitului şi al piesei (tabela 7.20), precum şi de mărimea şi forma secţiunii aşchiei.

Tabela 7.20. **Viteza de aşchiere pentru operaţii de strunjire obişnuită, m/min**

Materialul		Degroşare I	Degroşare II	Degroşare III	Finisare I	Finisare II	Finisare III	Retezare I	Retezare II	Retezare III
		pînă la								
Oţel laminat σ_r kgf/mm²	35–45	50	30	14	30	24	18	35	20	12
	50–60	35	25	11	26	20	16	25	18	10
	60–80	25	18	9	20	16	13	16	14	8
	80–100	15	12	5	16	12	9	12	12	6
Oţel turnat	moale		16	12	24	18	12		14	8
	semidur		13	9	20	12	8		10	5
	tare		10	6	15	6	4		4	2
Oţel de scule	moale	20	12–8	8–4		15	8	10–6		7–4
	tare	12				10	6			

Tabela 7.20 (continuare)

Materialul		Degroşare I	Degroşare II	Degroşare III	Finisare I	Finisare II	Finisare III	Retezare I	Retezare II	Retezare III
Fontă	moale	30	20	15		24	15	20—15	18	12
	semidură	22	15	12		18	12		12	8
	tare	15	10	6		14	8		6	6
Fontă maleabilă	moale	22	18	14		20	16	16		9
	semidură	17	14	10		14	12	10		6
	tare	14	10	6		8	6	4		3
Alamă	moale	90	60	35		80	50	40	30—15	20—12
	semidură	48	50	25		65	40			
	tare	30	40	15		50	30			
Bronz	moale	50—50	25—10	18—6		26	18	30	18—10	12—6
	dur					14	6			
Metale uşoare		400—150	250—80	40—25	250—80			150	100—50	30—15
Silumin		250—80	150—80	25—15	150—80			80	50—20	20—10

Observaţii: I — Valori pentru maşini-unelte cu capacitate mare de producţie şi cuţite din oţeluri rapide superioare. II — Valori pentru maşini-unelte normale şi cuţite din oţeluri rapide obişnuite. III — Valori pentru maşini-unelte normale şi cuţite din oţeluri carbon pentru scule de calitate superioară.

Astfel, cu scule din oţeluri aliate pentru scule, viteza de aşchiere economică este mai mare decît pentru scule din oţel carbon. Viteza de aşchiere economică descreşte cînd duritatea materialului piesei de prelucrat şi secţiunea aşchiei cresc şi invers. De asemenea, această viteză creşte cînd raportul între lăţimea b şi grosimea aşchiei b/a, respectiv între adîncimea de aşchiere şi avans t/s cresc şi invers.

Viteza economică se stabileşte, de obicei, pentru o durată de aşchiere continuă de:

— 60 min la strungurile paralele;

— 120 şi 240 min la strungurile revolver;

— 480 min la strungurile automate.

Aceste viteze se mai notează prin simbolurile v_{60}, v_{120}, v_{240} şi v_{480}, ele se stabilesc în funcţie de v_{60}.

În practică se folosesc următoarele relaţii: $v_{120} = (0{,}92 \ldots 0{,}86) v_{60}$; $v_{240} = (0{,}84 \ldots 0{,}72)\, v_{60}$; $v_{480} = (0{,}68 \ldots 0{,}44) v_{60}$.

Datorită faptului că oţelurile aliate pentru scule (rapide) îşi menţin duritatea necesară aşchierii pînă la aproximativ 600°C, vitezele de aşchiere pot fi de 2,5 — 4 ori mai mari la folosirea sculelor executate din aceste oţeluri decît vitezele care se pot obţine cu sculele executate

din oţel carbon pentru scule. Pentru motive similare, cu scule prevăzute cu plăcuţe din carburi metalice care îşi menţin calităţile aşchietoare pînă la temperaturi de circa 900°C, vitezele de aşchiere pot fi de 2—4 ori mai mari decît vitezele obţinute la folosirea sculelor din oţeluri aliate (rapide).

În tabela 7.21 sînt indicate valorile medii ale vitezei economice de aşchiere v_{60} în funcţie de secţiunea aşchiei pentru operaţii de strunjire fără răcire, cu cuţite din oţel aliat (oţel rapid) cu 16—18% wolfram.

Tabela 7.21. **Viteze economice de aşchiere v_{60} în funcţie de secţiunea aşchiei, m/min**

Materialul piesei	Secţiuni de aşchiere q, mm² 0,7	1	2	3	4	6	8	10	20	30	40	50	60	Valorile unghiurilor α°	β°	γ°	χ°
Fontă HB = 140 — 160	28	26	22	19	17,5	16	15	14	11,7	10,5	9,7	9,1	8,8	8	75	7	45
Oţel cu σ_r=30—40 kgf/mm²	65	55	42	35	31	26	24	22	16	13,5	12	11	10	8	57	25	45
Oţel cu σ_r=40—50 kgf/mm²	50	44	33	28	25	21	18,5	17	13,5	10,5	9,5	8,5	8	8	57	25	45
Oţel cu σ_r=50—60 kgf/mm²	40	35	27	23	20	17	15	13,5	10,5	8,7	7,7	7	6,5	8	65	17	45
Oţel cu σ_r=60—70 kgf/mm²	33	28	22	18	16	13	11,4	10,8	8	6,6	6	5,5	5	8	65	17	45
Oţel cu σ_r=70—85 kgf/mm²	22	18	13,5	11,5	10	8,5	7,6	7	5,4	4,5	4	3,6	3,4	8	75	7	45
Oţel CrNi cu σ_r=100 kgf/mm²	35	29	20	15	13	10,5	8,5	7,5	5,2	4	3,4	3	2,7	8	68	14	45
Oţel turnat HB=135—150	33	28	23	19	16,5	14,3	13,5	12,5	9,6	8,2	7,3	6,7	6,3	8	65	17	45
Bronz HB=60—70	90	78	58	48	42	35	31	27	—	—	—	—	—	10	80	0	60

2.2.1. **Debitul specific de aşchii.** Cantitatea maximă de aşchii obţinută în unitatea de timp se numeşte *debit specific de aşchii* şi se exprimă fie prin volumul specific al aşchiilor, fie prin greutatea orară a aşchiilor.

— *Volumul specific al aşchiilor* V_s se calculează cu formula $V_s = q \cdot v$ [cm³/min],

în care q este secţiunea aşchiei, în mm² iar v—viteza de aşchiere, în m/min.

Exemplu: Să se stabilească volumul specific al aşchiilor pentru q=4 mm² şi v = 12 m/min. Rezultă $V_s = q \cdot v = 4 \cdot 12 = 48$ cm³/min.

Greutatea orară a aşchiilor G_h va fi: $G_h = 60\gamma \cdot V_s/1\,000$ [kg/h)], unde γ este greutatea specifică a materialului care se aşchiază, în g/cm³, iar V_s — volumul specific de aşchii, în cm³/min.

Exemplu: Să se calculeze G_h cunoscînd că $\gamma = 7,8$ g/cm³ și $V_s = 80$ cm³/min. Rezultă $G_h = 60\gamma \cdot V_s/1\,000 = 7,8 \cdot 80 \cdot 60/1\,000 = 34,44$ kg/h.

3. PRELUCRĂRI PRIN AȘCHIERE

3.1. GENERALITĂȚI

Prelucrările prin așchiere sînt operații de desprindere de material sub formă de așchii, dintr-o piesă, cu scopul de a se obține forma, dimensiunile și calitatea suprafeței prelucrate, impuse prin desen, prin model sau alte indicații.

Prelucrările prin așchiere se execută cu scule așchietoare (de exemplu, cuțite de strunjire sau rabotare, burghie, freze, tarozi, pietre abrazive etc.), manual (de exemplu, prin pilire, dăltuire etc.) sau la mașini-unelte(de exemplu, la strunguri, mașini de rabotat, mașini de frezat, mașini de rectificat etc.).

3.2. CLASIFICARE

Prelucrările prin așchiere se clasifică după calitatea suprafețelor prelucrate, după succesiunea în timp a fazelor unei operații, după mijlocul de așchiere folosit (fig. 7.7—7.24) și după rezultatul urmărit (fig. 7.25—7.40). În figurile explicative notațiile au următoarele semnificații: *1* — sensul mișcării principale; *2* — sensul avansului; *3* — sensul mișcării secundare; *a* — scula; *b* — piesa prelucrată.

3.2.1. **Clasificarea prelucrărilor prin așchiere după calitatea suprafețelor obținute.** Prelucrările prin așchiere, în acest caz, pot fi prelucrări de degroșare și prelucrări de finisare.

— *Prelucrări de degroșare* sînt operațiile de așchiere ale semifabricatului, pentru obținerea dimensiunilor apropiate ale piesei; de obicei, după degroșare, se lasă un surplus de material pentru operația următoare de finisare.

— *Prelucrările de finisare* sînt operațiile de așchiere cu ajutorul cărora piesele obțin dimensiunile nominale cu toleranțe admise precum și condițiile de calitate a suprafeței.

3.2.2. **Secțiunea economică.** În cazul vitezelor de așchiere uzuale (tabela 7.22) și folosind cuțite executate din oțel carbon pentru scule sau din oțel aliat pentru scule, mărirea secțiunii așchiei influențează asupra produsului $q \cdot v$ în sensul că maximul volumului specific V_s este mai economic dacă se mărește secțiunea așchiei (q) decît dacă se mărește viteza de așchiere (v).

Tabel 7.22. **Avansuri pentru operații de strunjire obișnuită, mm/rot**

Materialul	Degroșare			Finisare			Retezare		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Oțel laminat σ_r kgf/mm²	pînă la			pînă la					
35—45	10	5	2	0,2	0,2	0,2	0,1—0,4		
50—60	5	2	1	0,2	0,2	0,2		0,02—1	
60—80	2	1	0,5	0,1	0,1	0,05			
80—100	1	0,5	0,3	0,05	0,05				
Oțel turnat		0,3—5	0,3—3,5					0,02—1	
Fontă	0,3—5	0,3—6	0,3—5				0,2—0,3	0,5—1,5	
Fontă maleabilă semidură	0,3—3,5	0,3—3,5	0,3—3,5						
Alamă	0,35—2,5	0,3—5	0,3—3				0,1—0,5	0,02—1	0,02—1
Bronz	0,3—1,5	0,3—3	0,3—2						
Metale ușoare	0,1—1	0,1—2							
Silumin	0,1—1	0,1—2							

I — Valori pentru mașini-unelte cu capacitate mare de producție și cuțite din oțeluri rapide superioare.
II — Valori pentru mașini-unelte normale și scule din oțeluri rapide obișnuite.
III — Valori pentru mașini-unelte normale și scule din oțel-carbon pentru scule de calitate superioară.

Pentru fiecare strung și pentru fiecare fel de material există o anumită valoare a lui q, care corespunde valorii maxime a lui V_s. Această mărime se numește *secțiune economică* și se notează cu q_e. Dacă se folosește secțiunea economică a așchiei, atunci viteza de așchiere are o valoare mai mică decît viteza economică de așchiere; acesteia îi corespunde o durată de așchiere continuă mai lungă decît pentru V_s.

Cunoscînd secțiunea economică a așchiei, pot fi stabilite adîncimea de așchiere și avansul.

Prin încercări experimental es-au întocmit tabele în care se indică avansul s în funcție de mărimea adîncimii de așchiere t sau în funcție de dimensiunile cuțitului și felul prelucrării.

Astfel, în tabela 7.23 sînt indicate valorile medii ale avansului pentru strunjirea exterioară longitudinală de degroșare, în funcție de adîncimea de așchiere și diametrul piesei care se prelucrează.

În tabela 7.24 se găsesc valorile medii ale avansului pentru prelucrări de finisare pentru strunjiri longitudinale, transversale și interioare, în funcție de adîncimea de așchiere și diametrul piesei care se prelucrează.

În tabela 7.25 sînt arătate valorile medii ale avansului pentru, strunjirea interioară de degroșare, în funcție de diametrul cuțitului, de adîncimea de așchiere și de materialul piesei care se prelucrează.

3.2.3. **Concluzii.** Pentru stabilirea regimului de așchiere optim la prelucrarea unei piese la o anumită mașină-unealtă, regim care să asigure un timp de prelucrare și preț de cost minim, este necesar să se aleagă valori corespunzătoare pentru avans, viteza de așchiere, secțiunea așchiei și durata de tăiere economică a sculei.

Inițial, se stabilește secțiunea așchiei, alegînd o adîncime de așchiere t cît mai mare, în funcție de mașină-unealtă la care se lucrează, cum și de calitatea, forma și rigiditatea piesei care se prelucrează. Urmează apoi alegerea unui avans s cît mai mare posibil în funcție de condițiile tehnologice de prelucrare. După aceasta se stabilește viteza economică de așchiere v_s care să asigure sculei o durată economică de tăiere continuă.

3.2.4. **Clasificarea prelucrărilor prin așchiere după mijlocul de așchiere folosit.** — *Burghierea* (fig. 7.7) este prelucrarea prin așchiere executată manual (de exemplu cu coarba) sau mecanic (la mașina de găurit sau la strung) cu ajutorul burghiului. În general, piesa rămîne imobilă și scula execută mișcările de rotire și de avans; uneori, piesa execută mișcarea de rotire, iar scula mișcarea rectilinie de avans (de exemplu, la strung).

— *Broșarea* (fig. 7.8) este prelucrarea prin așchiere executată mecanic (la presă sau la mașini de broșat) cu ajutorul broșelor. Piesa rămîne imobilă, iar scula execută, de obicei, o mișcare rectilinie și uneori elicoidală.

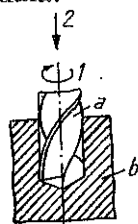


Fig. 7.7. ;

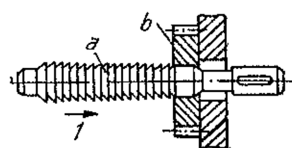


Fig. 7.8. ;



Fig. 7.9. ;

— *Dăltuirea* (fig. 7.9) este prelucrarea prin așchiere executată de obicei manual și uneori mecanic (cu aparate pneumatice sau electrice) cu ajutorul unei dălți.

— *Ferăstruirea* (fig. 7.10) este prelucrarea prin așchiere executată manual (cu ferăstrăul de mînă) sau mecanic (la ferăstrăul mecanic) cu ajutorul pînzei de ferăstrău; mișcarea secundară de avans rectiliniu este executată în general tot de sculă și uneori de piesă.

— *Frezarea* (fig. 7.11) este prelucrarea prin așchiere executată mecanic (la mașina de frezat) cu ajutorul sculelor numite freze. Sculele execută mișcarea principală, de rotire; mișcarea secundară, rectilinie, este executată de sculă sau de piesă.

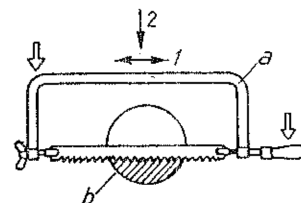


Fig. 7.10. ;

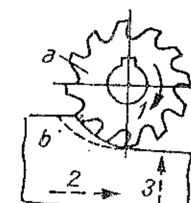


Fig. 7.11. ;

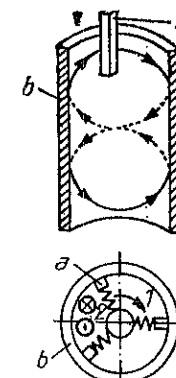


Fig. 7.12. ;

— *Honuirea* (honing) este prelucrarea prin așchiere a unei suprafețe interioare (fig. 7.12) executată mecanic (la mașina de honuit) cu ajutorul unei scule numită *hon*. Scula execută o mișcare principală elicoidală, iar piesa este imobilă.

— *Lepuirea* (lapping) este prelucrarea prin așchiere executată mecanic (la mașina de lepuit) cu ajutorul unor dispozitive de lepuit (discuri, manșoane) pe a căror suprafață de frecare cu piesa de prelucrat se depun particule abrazive. Dispozitivul de lepuit execută mișcarea principală de rotire complexă (fig. 7.13), iar piesa execută mișcările secundare.

— *Mortezarea* (fig. 7.14) este prelucrarea prin așchiere executată mecanic (la morteză) cu ajutorul cuțitelor de mortezat. Sculele execută mișcarea principală rectilinie alternativă într-un plan vertical, iar piesa execută mișcarea secundară.

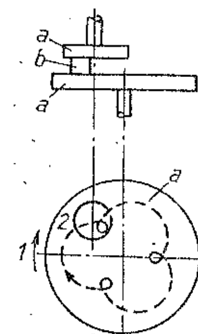


Fig. 7.13.



Fig. 7.14.

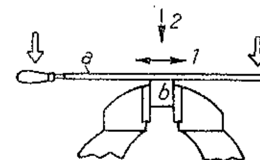


Fig. 7.15.

— *Pilirea* (fig. 7.15) este prelucrarea prin așchiere executată manual sau mecanic (la mașina de pilit) cu ajutorul unei pile. Scula exe-

cută mişcarea principală rectilinie alternativă şi uneori de rotire; mişcarea secundară la pilirea manuală este executată de sculă, iar la pilirea mecanizată rectilinie este executată de către piesa care se prelucrează.

— *Polizarea* (fig. 7.16) este prelucrarea prin aşchiere executată mecanic (la polizor) cu ajutorul unei pietre de polizor (disc abraziv)

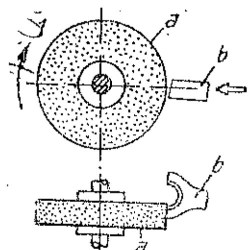


Fig. 7.16.

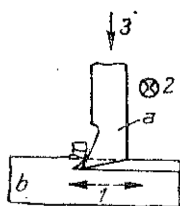


Fig. 7.17.

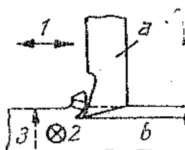


Fig. 7.18.

cu scopul de a curăţi sau a fasona piesele brute, fără a se urmări o precizie dimensională sau o ovalitate superioară a suprafeţei. Piatra de polizor execută mişcarea principală de rotire, iar piesa — mişcarea secundară.

— *Rabotarea* (fig. 7.17 şi 7.18) este prelucrarea prin aşchiere executată mecanic (la raboteză, şeping) cu ajutorul cuţitelor de rabotat. Mişcarea principală rectilinie alternativă în plan orizontal este executată de piesă în cazul rabotezei şi de sculă în cazul şepingului; mişcarea secundară rectilinie la raboteză este realizată de către sculă, iar la şeping de către piesă.

— *Răzuirea* (fig. 7.19) este prelucrarea prin aşchiere executată manual cu ajutorul unei scule numită răzuitor. Prelucrarea constă în scoaterea proeminenţelor de pe suprafaţa prelucrată a piesei cu scopul de a realiza fie planitate, fie cilindricitate, fie sfericitate etc.

— *Rectificarea* (fig. 7.20) este prelucrarea prin aşchiere executată mecanic (în

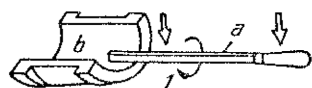


Fig. 7.19.

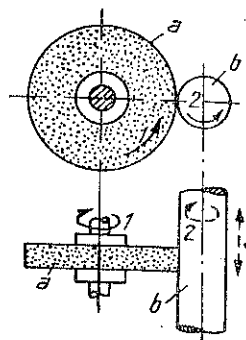


Fig. 7.20.

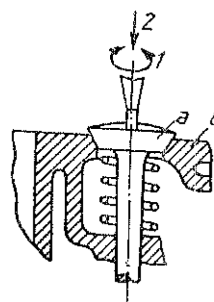


Fig. 7.21.

general la maşini de rectificat şi uneori la strung, raboteză etc. cu un polizor fixat pe aceste maşini) cu ajutorul unui corp abraziv. Aceasta execută mişcarea principală de rotire şi uneori şi mişcările secundare; mişcarea secundară de rotire este executată de piesă, iar mişcarea rectilinie fie de piesă, fie de sculă.

— *Rodarea* (*rodare naturală*) este prelucrarea prin aşchiere executată manual sau mecanic cu ajutorul unei pietre abrazive sau a unei pulberi brazive depusă pe suprafeţele de frecare ale pieselor care urmează să se asambleze împreună sau pe suprafeţele piesei şi a sculei cu care se rodează (fig. 7.21).

— *Şeveruirea* (*shawing*) este prelucrarea prin aşchiere executată mecanic (la maşini de şeveruit) cu ajutorul unor scule numite şevere (disc, melc sau cremalieră) pentru operaţia finală de răzuire a dinţilor roţilor dinţate, precum şi a suprafeţelor cilindrice şi conice. Scula (disc sau melc) execută o mişcare de rotaţie şi una rectilinie alternativă (fig. 7.22). Şeverul-cremalieră are o mişcare rectilinie alternativă.

— *Strunjirea* (fig. 7.23) este prelucrarea prin aşchiere executată mecanic (la stunrg) cu ajutorul cuţitelor de strunjit. Mişcarea principală de rotire este executată de piesă şi uneori de cuţite. Mişcările secundare rectilinii sau curbilinii sînt efectuate de scule. Uneori, piesa este fixată şi scula execută mişcarea de rotaţie.

— *Suprafinisarea* este prelucrarea prin aşchiere executată mecanic (la maşina de suprafinisat) cu ajutorul unor prisme abrazive care apasă elastic pe suprafaţa piesei (fig. 7.24). Sculele (prismele abrazive) execută mişcări rectilinii alternative, rapide, concomitent cu mişcări de avans, iar piesa execută o mişcare lentă rectilinie transversală pe direcţia comună a celorlalte mişcări (în cazul suprafeţelor plane) sau o mişcare de rotaţie (în cazul suprafeţelor rotunde).



Fig. 7.22.

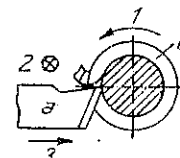


Fig. 7.23.

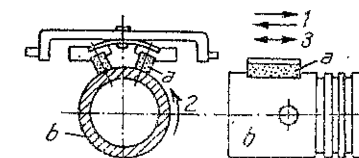


Fig. 7.24.

3.2.5. **Clasificarea prelucrărilor de aşchiere după rezultatul urmărit.** — *Ajustarea* este prelucrarea prin aşchiere a unor suprafeţe, executată manual (folosind răzuitor, pilă abrazivi etc.) pentru obţinerea asamblării a două sau mai multe piese cu un anumit ajustaj (de exemplu, ajustaj cu joc, cu strîngere, intermediar).

— *Alezarea* (fig. 7.25) este prelucrarea prin aşchiere executată manual sau mecanic (la maşina de alezat, strung, maşină de burghiat etc.) cu ajutorul alezoarelor sau cuţitelor de strung, pentru obţinerea

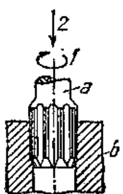


Fig. 7.25.

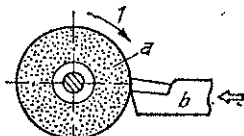


Fig. 7.26.

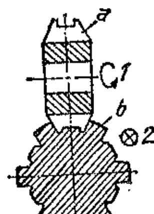


Fig. 7.27.

unei suprafeţe interioare (alezaj) cu formă şi netezime de calitate superioară, în general în vederea unei asamblări.

— *Ascuţirea* (fig. 7.26) este prelucrarea prin aşchiere executată manual sau mecanic (la maşina de ascuţit scule) cu ajutorul unor corpuri abrazive pentru a se realiza sau recondiţiona tăişurile unei scule.

— *Canelarea* (fig. 7.27) este prelucrarea prin aşchiere executată mecanic la maşini de frezat, de rabotat şi de burghiat) cu ajutorul unor freze, broşe, cuţite etc. pentru a se obţine suprafeţe cu caneluri axiale.

— *Centruirea* (fig. 7.28) este prelucrarea prin aşchiere executată de obicei la maşini, cu burghiul de centruit, pentru a se obţine găuri de centrare pe o anumită axă a piesei.

— *Cojirea* (fig. 7.29) este prelucrarea prin aşchiere executată mecanic (la strunguri de cojit sau la raboteze de cojit) cu ajutorul cuţitelor, pentru a se desprinde prin strunjire sau rabotare de pe supra-

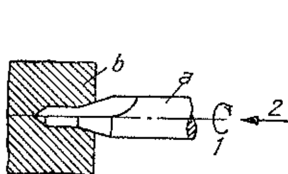


Fig. 7.28.

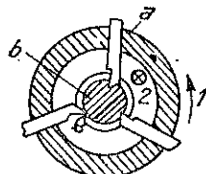


Fig. 7.29.

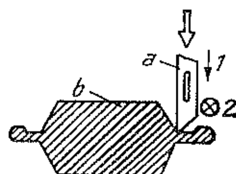


Fig. 7.30.

faţa lingourilor sau a produselor laminate stratul exterior de calitate necorespunzătoare (oxizi, scorii, incluziuni, fisuri, decarburări).

— *Debavurarea* (fig. 7.30) este prelucrarea prin aşchiere executată manual sau mecanic pentru îndepărtarea bavurilor unei piese.

— *Debitarea* (fig. 7.31) este prelucrarea prin aşchiere executată manual sau mecanic pentru detaşarea dintr-un material a mai multor bucăţi de utilizat.

— *Detalonarea* (fig. 7.32) este prelucrarea prin aşchiere executată mecanic (la strunguri de detalonat sau maşini de detalonat) pentru obţinerea feţei de aşezare a unei scule, după o anumită curbă.

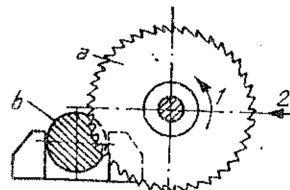


Fig. 7.31.

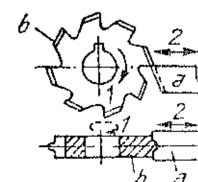


Fig. 7.32.

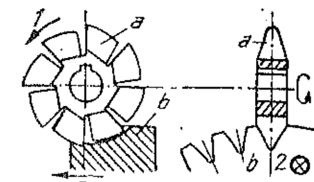


Fig. 7.33.

— *Dinţarea* (*tăierea de dinţi*) este prelucrarea prin aşchiere executată mecanic (la maşini de tăiat dinţi, maşini de frezat maşini de mortezat, maşini de rectificat) pentru a se obţine o suprafaţă de angrenare a unei piese (fig. 7.33).

— *Filetarea* (fig. 7.34) este prelucrarea prin aşchiere executată manual sau mecanic (la strung, maşină de găurit, maşină de frezat filet, maşină de filetat) cu ajutorul unui cuţit, pieptene de filet, freză, tarod, filieră, pentru obţinerea unui filet pe suprafaţa exterioară sau interioară a unei piese.

— *Găurirea* este prelucrarea prin aşchiere executată manual sau mecanic (la strung, maşină de găurit, maşină de frezat etc.) pentru a se obţine o gaură străpunsă sau înfundată.

— *Gravarea* este prelucrarea prin aşchiere executată manual sau mecanic (la maşini speciale) pentru obţinerea unor figuri, inscripţii sau repere pe suprafaţa unei piese.

— *Înflorarea* este prelucrarea prin aşchiere executată manual cu ajutorul unor abrazivi fixaţi pe un suport elastic, pentru a se obţine un aspect decorativ pe anumite suprafeţe.

— *Lamarea* (fig. 7.35) este prelucrarea prin aşchiere executată mecanic (la strung, maşină de găurit, maşină de frezat etc.) pentru obţinerea suprafeţei plane perpendiculare pe axa unei găuri.

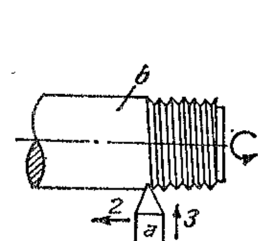


Fig. 7.34.

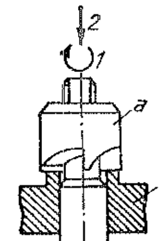


Fig. 7.35.

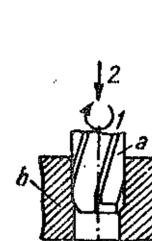


Fig. 7.36.

— *Lărgirea* (fig. 7.36) este prelucrarea prin aşchiere executată mecanic (la strung, maşină de găurit etc.) cu ajutorul unui adîncitor, pentru mărirea diametrului unei găuri.

— *Lustruirea* este prelucrarea prin aşchiere executată manual sau mecanic cu ajutorul pînzei de şlefuit, cu paste abrazive sau abrazivi în suspensie, pentru obţinerea unei suprafeţe cu aspect lucios fără a se impune respectarea unei precizii dimensionale.

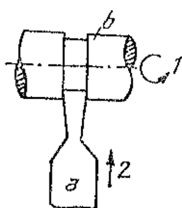


Fig. 7.37.

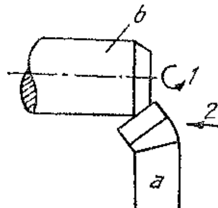


Fig. 7.38.

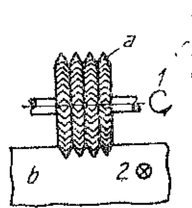


Fig. 7.39.

— *Retezarea* (fig. 7.37) este prelucrarea prin aşchiere executată mecanic, pentru a se detaşa o piesă sau un surplus de material prin tăiere transversală.

— *Teşirea* (fig. 7.38) este prelucrarea prin aşchiere executată manual sau mecanic, pentru a se obţine în locul muchiei dintre două suprafeţe, o suprafaţă înclinată în raport cu acestea.

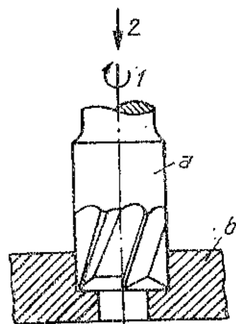


Fig. 7.40.

— *Zimţuirea* (fig. 7.39) este prelucrarea prin aşchiere executată cu dispozitive sau scule adecvate pentru obţinerea unei suprafeţe cu şanţuri relativ puţin adînci cu scopul de a mări aderenţa.

— *Adîncirea* este prelucrarea prin aşchiere executată mecanic (la maşina de găurit, strung etc.) pentru a se obţine o gaură cilindrică, conică etc. la extemitatea unei găuri faţă de care este coaxială, în special pentru şuruburi sau nituri cu cap înecat (fig. 7.40).

3.3. STRUNJIREA

3.3.1. **Generalităţi.** Strunjirea este operaţia de prelucrare prin aşchiere efectuată la strung cu ajutorul cuţitelor de strung. Piesa fixată în dispozitivele de prindere ale strungului execută în general mişcarea

principală de rotire, iar cuţitele fixate în sania port-cuţit execută mişcarea secundară de avans, rectilinie sau curbilinie. Mişcarea rectilinie poate fi paralelă cu arborele principal al strungului (avans, longitudinal), perpendiculară pe arborele principal (avans transversal) sau înclinată faţă de axa arborelui principal (de exemplu, la suprafeţele conice). Uneori, strunjirea se poate efectua cu piesa fixă, sculele executînd mişcarea principală de rotire.

Prinderea pieselor pentru operaţia de strunjire se realizează cu dispozitive de prindere mecanice (universal, platou cu fălci, între vîrfuri şi inimă de antrenare etc.), electromagnetice, pneumatice sau hidraulice.

Instrumentele de măsurat folosite la operaţiile de strunjire corespunzător cu clasa de precizie de prelucrare a piesei sînt următoarele: şublerele (pentru exterior, interior sau adîncime), micrometrele (pentru exterior, interior sau pentru filet), comparatoarele, pasametrele, minimetrele, calibrele de lucru (tampon sau potcoavă) etc.

3.3.2. **Operaţii de strunjire.** 3.3.2.1. *Operaţii de strunjire după forma suprafeţelor prelucrate.* După forma suprafeţelor prelucrate se disting următoarele operaţii uzuale de strunjire:

— *Strunjire longitudinală.* Piesa execută mişcarea principală de rotaţie, iar cuţitul efectuează mişcarea secundară de avans, deplasîndu-se paralel cu arborele principal al strungului. După cum suprafaţa piesei care se strunjeşte este exterioară sau interioară, deosebim: *strunjirea longitudinală exterioară şi strunjirea longitudinală interioară.* Avansul longitudinal al cuţitului poate fi manual sau automat.

— *Strunjire transversală.* La strunjirea transversală numită şi plană, piesa prinsă între vîrfurile strungului execută mişcarea principală de rotaţie, iar cuţitul execută mişcarea de avans în direcţie perpendiculară pe arborele principal al strungului.

— *Strunjire frontală.* Piesa, fixată de obicei în universal sau în platoul cu fălci, execută mişcarea principală de rotaţie, iar cuţitul, fixat în sania portcuţit, este antrenat manual sau automat în mişcarea secundară de avans în direcţie perpendiculară pe axa de rotaţie.

Strunjirea frontală se poate executa la strungurile normale, la strungurile frontale şi la strungurile carusel.

— *Retezare.* Prin această operaţie se urmăreşte detaşarea extremităţii unei piese prin tăiere transversală la un strung normal cu ajutorul unui cuţit de retezat. Piesa execută, în acest caz, mişcarea principală de rotaţie, iar cuţitul pe lîngă mişcarea de avans în direcţie perpendiculară pe arborele principal al strungului, execută şi o mişcare alternativă cu deplasări laterale mai mici decît lăţimea cuţitului.

— *Strunjire cu praguri.* Această operaţie are drept scop executarea unor canale cu diametre diferite pe suprafaţa pieselor. În acest

scop, cuţitele de strung execută mişcarea de avans atît longitudinal, cît şi transversal.

— *Strunjire profilată*. Pentru obţinerea profilului cerut al piesei, strunjirea se poate efectua fie cu un cuţit profilat, al cărui tăiş are forma corespunzătoare negativului profilului urmărit, fie prin copiere pe strunguri normale sau pe strunguri de copiat.

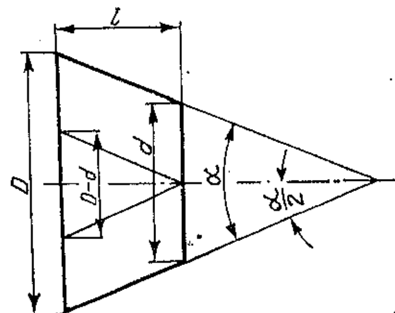


Fig. 7.41.

— *Strunjire de filetare*. Filetarea este o strunjire longitudinală, executată cu cuţite de filet avînd forma profilului filetului. Ea poate fi *exterioară* sau *interioară*; ambele operaţii de filetare se efectuează din mai multe treceri de degroşare şi finisare. Avansul longitudinal este egal cu pasul filetului.

— *Strunjire conică*. Prin *conicitate* 1 : k se înţelege raportul dintre diferenţa diametrelor a două secţiuni transversale ale unui con şi distanţa dintre aceste secţiuni (fig. 7.41): $1/k = (D - d)/l = 2\,\mathrm{tg}\,\alpha/2$, unde D este diametrul secţiunii mari a conului, d — diametrul secţiunii mici a conului, iar l — distanţa dintre cele două secţiuni.

Prin *înclinaţie* (sau înclinarea conului) se înţelege raportul dintre diferenţa razelor celor două secţiuni şi distanţa dintre secţiuni; ea reprezintă deci jumătate din conicitate.

Conicitatea se exprimă de obicei printr-o formulă simplă (1 : 20; 1 : 30; 1 : 50; etc.) şi rareori, în procente (simbolizîndu-se prin litera $p = 100\,(D - d)/l = 200\,\mathrm{tg}\,\alpha/2$).

Astfel conicitatea 1: 10 înseamnă că pe o lungime de 20 mm, diametrul piesei se micşorează cu 2 mm, adică de fiecare milimetru din lungimea piesei, diametrul acesteia se micşorează cu 1: 10 = 0,1 mm.

Dacă o piesă are conicitatea de 1: 10 şi lungimea de 120 mm, atunci diferenţa dintre diametrul maxim şi diametrul minim ale acestui con este de 120 × 0,1 = 12 mm.

Strunjirea pieselor conice se poate realiza prin următoarele procedee:

a. **Rotirea saniei portsculă.** La acest procedeu trebuie să se ţină seamă dacă platoul portsculă este divizat în milimetri sau grade.

— *Platoul saniei portsculă este divizat în milimetri.*

În acest caz pentru conicităţi mici (sub 6°), se va roti cu distanţa a, care se deduce din formula: $a = D_1(D - d)/4l = 3$ mm.

în care: D este diametrul bazei mari a trunchiului de con, în mm;
d — diametrul bazei mici a trunchiului de con, în mm;
l — înălţimea trunchiului de con, în mm;
D_1 — diametrul platoului saniei portsculă, în mm.

Exemplu: Pentru $D_1 = 300$ mm, $D = 45$ mm, $d = 35$ mm şi $l = 250$ mm sania portsculă trebuie rotită cu $a = D_1(D - d)/4l = 300(45 - 35)/(4 \cdot 250) = 3$ mm

În cazul unei conicităţi mari această formulă dă erori exagerate. De aceea se desenează în mărime naturală cercul care reprezintă platoul saniei portcuţit; se trasează tangenta la cerc AB perpendiculară pe diametru şi cu lungimea egală cu valoarea obţinută prin relaţia precedentă; se uneşte extremitatea dreptei AB cu centrul cercului. Platoul se va roti cu arcul de cerc AC, respectiv cu unghiul γ(fig. 7.42).

— *Platoul saniei portsculă este divizat în grade.*

Sania portcuţit se va roti cu un număr de grade (respectiv diviziuni) deduse din relaţia $\mathrm{tg}\,\gamma(D-d)\,2l$.

Fig. 7.42.

Exemplu: Se dau $D = 50$ mm; $d = 30$ mm şi $l = 71$ mm. Să se determine unghiul γ cu care trebuie rotit platoul saniei portcuţit.

Utilizînd relaţia precedentă, se obţine:

$\mathrm{tg}\,\gamma = (D - d)/(2l) = (50 - 30)/(2 \cdot 71) = 0{,}140\,84$.

În tabela funcţiilor trigonometrice se găseşte pentru tg 0,140 54, $\gamma = 8°$.

b. **Deplasarea transversală a păpuşii mobile.** Cînd se cunosc D, d şi l (v. fig. 7.41) păpuşa mobilă se va deplasa transversal cu cantitatea $a = L(D - d)/(2l)$ [mm], în care L este distanţa între vîrfurile strungului cînd piesa este fixată între ele, în mm.

Dacă distanţa dintre vîrfuri este egală cu lungimea trunchiului de con ($L = l$), formula de mai sus devine $a = (D - d)/2$

Exemplu: Cunoscînd că $L = 300$ mm; $l = 250$ mm; $D = 50$ mm şi $d = 40$ mm, să se stabilească deplasarea transversală a a păpuşii mobile pentru a se obţine conicitatea propusă. Rezolvare:

$$a = \frac{D - d}{2l} L = \frac{50 - 40}{2 \cdot 250} 300 = 6 \text{ mm.}$$

Deci păpuşa mobilă trebuie deplasată transversal cu 6 mm.

În cazul cînd am fi avut $L = l$, păpuşa mobilă ar fi trebuit deplasată cu cantitatea: $a = (D - d)/2 = 5$ mm.

c. **Conducerea suportului portcuţit cu ajutorul linealului de copiat** (fig. 7.43). Pentru obţinerea unei anumite conicităţi, cu ajutorul unui lineal care are scara cu diviziuni milimetrice, linealul de copiat se roteşte cu a, diviziuni:

$$a = L(D - d)/(2l)\,[\text{mm}],$$

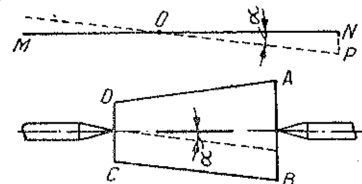


Fig. 7.43.

în care: $D = AB$ reprezintă diametrul bazei mari a trunchiului de con, în mm;
$d = CD$ — diametrul bazei mici a trunchiului de con, în mm;
l — înălţimea trunchiului de con, în mm;
$L = MN$ — lungimea linealului de copiat în mm.

Exemplu: Pentru $D = 80$ mm, $d = 50$ mm, $l = 120$ mm şi $L = 400$ mm, linealul de copiat trebuie rotit cu $a = NP = L(D - d)/(2l) = 400(80 - 50) : (2 \cdot 120)$

În cazul cînd scala linealului de copiat are diviziuni în grade şi se cunoaşte unghiul de înclinare al conului, de exemplu 8°, atunci şi linealul trebuie rotit cu acelaşi unghi de 8°. Dacă pe desen este indicat unghiul conului, atunci unghiul de rotire al linealului trebuie să fie egal cu jumătatea acestui unghi.

3.3.2.2. *Operaţii de strunjire după calitatea suprafeţelor prelucrate.* Operaţiile de strunjire pot fi: strunjiri de degroşare şi strunjiri de finisare.

— *Strunjirea de degroşare* este operaţia prin care se îndepărtează primele straturi de material ale piesei semifabricate sau laminate pentru obţinerea dimensiunilor apropiate de cele normale şi a unei anumite calităţi a suprafeţei strunjite; de obicei, după strunjirea de degroşare se mai lasă piesei un adaos de prelucrare pentru operaţiile de finisare.

Strunjirea de degroşare se execută cu cuţite avînd geometria tăişului specifică acestei operaţii, obţinînd aşchii de secţiune mare sau lucrînd cu o viteză mare de aşchiere, ca în cazul strunjirii rapide.

— *Strunjirea de finisare* este operaţia de aşchiere care, de obicei, este precedată de strunjirea de degroşare. La strunjirea de finisare se obţin atît dimensiunile nominale cu toleranţe admise cît şi condiţiile de calitate ale suprafeţei strunjite.

În general, strunjirea de finisare se realizează cu secţiuni de aşchii mici şi cu viteze de aşchiere mari; indicaţii asupra acestora sînt date la subcapitolul „Regim de aşchiere".

3.3.2.3. *Operaţii de strunjire după felul regimului de aşchiere.* După regimul de aşchiere se deosebesc: strunjirea obişnuită, strunjirea rapidă şi strunjirea intensivă.

— *Strunjirea obişnuită*, denumită şi strunjire normală, este strunjirea la care de obicei strungul este încărcat sub valoarea nominală a puterii motorului de antrenare şi regimul de aşchiere ales asigură o cantitate maximă de aşchii în unitatea de timp, concomitent cu cea mai lungă durată de tăiere continuă a cuţitelor. Se aplică, în general, la prelucrarea pieselor de forme şi dimensiuni diferite, precum şi la piesele care nu pot fi supuse altor regimuri de aşchiere.

— *Strunjirea rapidă* este strunjirea la care se folosesc integral posibilităţile tehnice ale strungului ca putere şi cinematică, cu o reducere maximă a timpilor auxiliari, folosind cît mai complet proprietăţile aşchietoare ale sculelor cu plăcuţe din carburi metalice.

Cuţitele armate cu plăcuţe de carburi metalice (de exemplu T15K6 la oţel şi VKS la fontă) pentru strunjirea rapidă sînt executate cu unghiul de degajare atît pozitiv cît şi negativ.

Strunjirea rapidă se poate folosi atît la degroşare, cît şi la finisare.

Urmărind direcţia apăsării de tăiere, se observă că în cazul cuţitului cu un unghi de degajare pozitiv (fig. 7.44), vîrful plăcuţei este

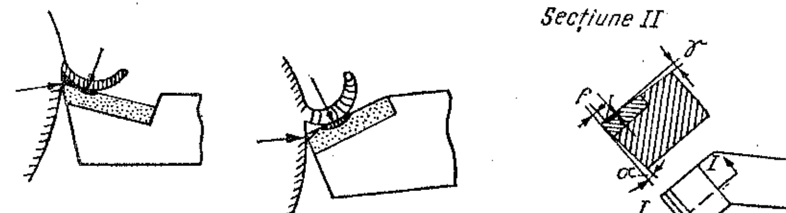


Fig. 7.44. Fig. 7.45. Fig. 7.46.

supus la încovoiere şi se poate rupe mai uşor decît cuţitul cu unghi de degajare negativ (fig. 7.45), la care plăcuţa este supusă la compresiune.

Cuţitul cu unghi de degajare pozitiv (fig. 7.46) se foloseşte la toate strungurile cu turaţie mai mare de 500 rot/min. Pentru răsucirea aşchiei, aceste cuţite sînt prevăzute cu un şanţ pe faţa de degajare (fig. 7.47).

Pentru aceeaşi secţiune de aşchie, puterea necesară acţionării strungului este mult mai mică în cazul folosirii cuţitelor cu unghi de

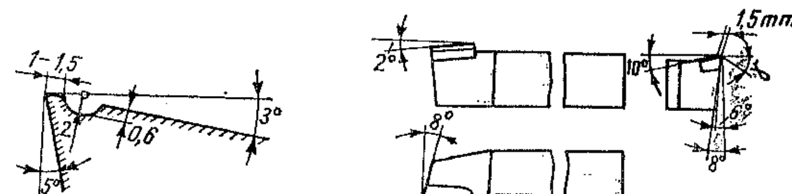


Fig. 7.47. Fig. 7.48.

degajare pozitiv decît în cazul folosirii cuţitelor cu unghi de degajare negativ.

Cuţitul cu unghiul de degajare negativ (fig. 7.48) poate fi folosit numai la strunguri al căror arbore principal depăşeşte turaţia de

1 000 rot/min și au o construcție mai robustă decît cele folosite pentru cuțite cu unghi de degajare pozitiv. Din această cauză, cuțitele cu unghi de degajare negativ se folosesc mai puțin decît primele, și, în special, pentru strunjirea pieselor din fontă dură sau finisarea pieselor din oțel călit.

Porțiunea de la vîrful cuțitului Bortkievici este arătată în fig. 7.49 și la aceste cuțite se practică un șanț pentru răsucirea așchiei.

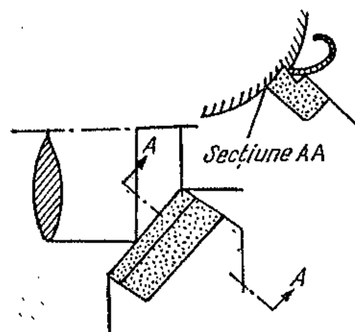


Fig. 7.49.

La strunjirea rapidă cu unghiuri de degajare negative trebuie respectate următoarele reguli:

— Mașina-unealtă trebuie să fie foarte robustă și să nu vibreze. Jocurile între piesele în mișcare trebuie să se afle în limite admisibile strînse.

— Fixarea pieselor în universal sau între vîrfurile rotative trebuie făcută foarte rigid. Suportul cuțitului să fie robust și cuțitul să fie montat cu partea care iese în afară de suport cît mai scurtă.

— Pentru a feri vîrful sculei de o suprasolicitare și a evita împingerea acestuia în material, se recomandă montarea cuțitului astfel ca vîrful său să fie cu 0,6—2 mm sub planul orizontal care trece prin linia vîrfurilor strungului. Valorile mai mari se iau pentru diametrele mai mari.

— Fețele cuțitului trebuie să fie bine finisate. Cuțitul trebuie reascuțit înainte de a se fi tocit complet.

— Cuțitul trebuie apropiat de piesă numai în timpul rotirii acesteia, iar cînd se retrage, piesa trebuie să fie încă în mișcare.

— Lățimea așchiei nu trebuie să depășească 2/3 din lungimea tăișului principal.

— Strunjirea rapidă cu cuțite avînd unghi de degajare negativ trebuie aplicată numai la viteze mari de așchiere și numai atunci cînd prelucrarea cu cuțitele cu un unghi de degajare pozitiv nu dă rezultate satisfăcătoare.

Elementele constructive ale cuțitelor cu plăcuțe din carburi metalice pentru strunjirea rapidă a fontei și oțelului sînt indicate în tabela 7.19.

— *Strunjirea intensivă* constă în realizarea unei foarte mari cantități de așchii în unitatea de timp și obținerea unei netezimi de calitate bună prin reunirea într-o singură prelucrare a operațiilor de degroșare și finisare cu ajutorul unor cuțite speciale.

Regimul de așchiere diferă de cel folosit la strunjirea rapidă, deoarece se realizează cu viteze de așchiere medii și cu secțiuni de așchie foarte mari, limitate de puterea motorului de antrenare a strungului.

Cuțitele pentru această metodă de strunjire (fig. 7.50) prevăzute cu plăcuțe de carburi metalice (de exemplu, T15K6) au: un tăiș prin-

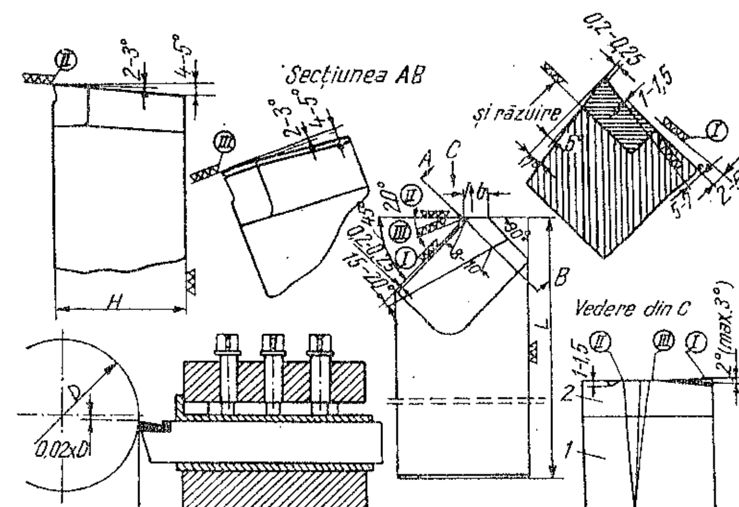


Fig. 7.50.

cipal *I* cu un unghi de atac de 45° (care execută degroșarea), un tăiș auxiliar *II* paralel cu axa longitudinală a strungului (care execută finisarea) și un tăiș scurt *III* de racordare a tăișurilor *I* și *II*.

Lungimea tăișului *II* este cu circa 0,3—0,5 mm mai mare decît avansul. Tăișul *III* are o lungime de circa 1 mm și este dispus sub un unghi de atac de 20° față de axa piesei de prelucrat.

Tăișurile *I*, *II* și *III* sînt executate cu un unghi de degajare pozitiv de 5—7° și sînt prevăzute cu cîte o fațetă de 0,2—0,25 mm lățime, cu un unghi negativ de circa 5°. Unghiurile de așezare ale tăișurilor se iau de 2—3° pentru tăișurile *II* și *III* și de 5° pentru tăișul *I*.

În planul de degajare al tăișului principal *I*, este executat un șanț pentru răsucirea așchiei; acest șanț cu lățimea de 8—10 mm și adîncimea de 1—1,5 mm este așezat sub un unghi de 15—20° față de tăișul principal. Pentru evitarea atacului nefavorabil între așchii și suprafața prelucrată, șanțul pentru răsucirea așchiilor are o înclinare de 3°.

Avansul maxim la strunjirea intensivă este limitat de rigiditatea piesei care se prelucrează și de puterea motorului care antrenează

strungul. Adîncimea de așchiere și viteza de așchiere sînt cele folosite la strunjirea obișnuită.

Condiții bune de așchiere sînt asigurate cînd vîrful cuțitului se așază cu 0,02 D mm sub planul orizontal care trece prin axa piesei care se strunjește (D este diametrul piesei de prelucrat).

Pentru asigurarea duratei normale de lucru între două ascuțiri, este necesar ca tăișurile cuțitului să fie răsucite direct cu un jet abundent de lichid de răcire și ungere.

Ca să se asigure și rigiditatea cuțitului, trebuie ca înălțimea H să fie de 4—5 ori mai mare decît grosimea plăcii din carbură metalică și corpul cuțitului să fie executat din oțel cu o rezistență σ_r = 90 ... ... 100 kgf/mm^2.

3.3.2.4. *Operații speciale de strunjire.* Detalonarea, cojirea și strunjirea prin copiere sînt operații speciale de strunjire.

— *Strunjirea de detalonare* este operația de așchiere efectuată în general pe un strung de detalonat și uneori pe un strung normal cu un dispozitiv de detalonat pentru prelucrarea fețelor de așezare a sculelor așchietoare cu tăiș profilat (de exemplu: freze de filet, tarozi etc.) după o spirală logaritmică și de cele mai multe ori după o spirală arhimedică. În acest scop mișcarea de avans transversal a sculei este realizată cu ajutorul unei came. Arborele acestei came se rotește cu o viteză care variază cu numărul de dinți al piesei care se detalonează. Regimul de așchiere pentru strunjirea de detalonare necesită viteze de așchiere și secțiuni de așchie mici. În figura 7.51 este indicată schema pentru comanda mișcării de avans transversal la strunjirea de detalonare.

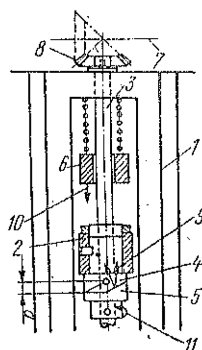


Fig. 7.51. Schema transmiterii mișcării de avans pentru detalonare:

1 — pat; *2* — ureche la sania transversală; *3* — arborele camei de comandă; *4* — camă; *5* — camă solidară cu sania transversală; *6* — arc de rapel; *7* — axa arborelui avansurilor; *8* — angrenaj conic; *9* — mișcare de lucru; *10* — mișcare de revenire; *11* — sensul de mișcare a arborelui camei de comandă; *a* — avans de detalonare.

— *Strunjirea de cojire* este operația de strunjire a unor bare, în general de lungimile mari, la strunguri de cojit, la care piesa execută mișcarea de avans longitudinal, iar scula așchietoare fixată în portcuțit efectuează mișcarea de rotație. În acest caz pentru regimul de așchiere se recomandă viteze de așchiere mici și secțiuni de așchie mari.

— *Strunjirea prin copiere* este operația de strunjire a pieselor cu diferite profile, fie la strunguri normale cu ajutorul șabloanelor de copiat, fie pe mașini-unelte de construcții speciale (de exemplu, strung de strunjit oval, strung de strunjit pătrat etc.).

Cînd se folosesc șabloane de copiat pentru prelucrări cu avans longitudinal, sania transversală este decuplată și condusă cu ajutorul unei role de canalul șablonului de copiat care se fixează pe batiul strungului, în spate. În figura 7.52 este arătată strunjirea prin acest procedeu a unei piese în formă de butoi.

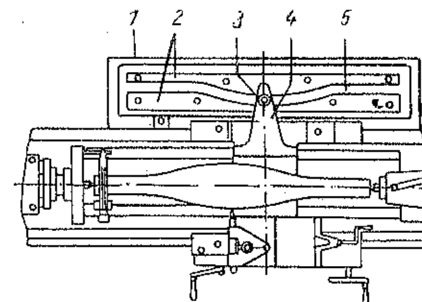


Fig. 7.52. Strunjire prin copiere cu avans longitudinal:

1 — colțar; *2* — șabloane; *3* — rolă; *4* — suport solidar cu sania longitudinală; *5* — canal de ghidare al rolei.

La strunjiri cu șablon pentru prelucrare cu avans transversal, se decuplează șurubul conducător al saniei port-cuțit de piulița de cuplare și cu ajutorul unei role această sanie este condusă după canalul șablonului de copiat, fixat pe sania longitudinală a strungului. Prin deplasarea manuală sau automată a saniei transversale se obține o suprafață cu profilul după acela al șablonului de copiat. În fig. 7.53 se arată prelucrarea prin acest procedeu a unei piese fixate în universal.

— *Strunjire de suprafinisare* (strunjirea fină) este operația de strunjire exterioară sau interioară care constă în scoaterea unor așchii de secțiune foarte mică la viteze de așchiere foarte mari, pentru a se obține o netezime (microgeometrie) foarte bună a fețelor prelucrate. Această operație se execută fie la mașini speciale orizontale sau verticale cu unul sau mai mulți arbori principali, fie la strunguri obișnuite rapide lipsite de vibrații, cu ajutorul cuțitelor prevăzute cu plăcuțe de carburi metalice (de exemplu, T15K6, T30K4) pentru prelucrarea pieselor din materiale feroase sau cu ajutorul cuțitelor cu diamant la prelucrarea pieselor din materiale neferoase și mase plastice (ebonit, fibră).

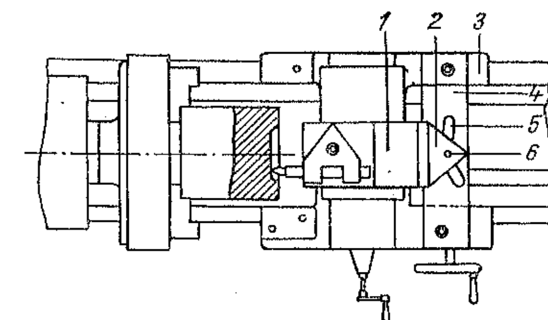


Fig. 7.53. Strunjire prin copiere cu avans transversal:

1 — sanie transversală; *2* — suport solidar cu sania portcuțit; *3* — sanie longitudinală; *4* — șablon; *5* — canal de ghidare a rolei; *6* — rolă.

Strunjirea de suprafinisare asigură o calitate a suprafeței prelucrate caracterizată prin asperități cu înălțime maximă de 0,5—4μ (microni) și o precizie a dimensiunilor corespunzătoare claselor 2—4

de precizie, ceea ce pentru diametre de 15—100 mm reprezintă abateri de 5—8μ. Ea se foloseşte şi ca operaţie de prelucrare pregătitoare pentru operaţiile de honuire (honing).

Adaosul de prelucrare pe diametru pentru strunjirea de suprafinisare este de:

0,20—0,25 mm pentru diametre pînă la 25 mm;

0,25—0,40 mm pentru diametre de 25—120 mm;

0,30—0,50 mm pentru diametre peste 120 mm.

Pentru un adaos de prelucrare mai mare, strunjirea de suprafinisare se execută în două operaţii, şi anume: o operaţie de eboşare la care se prelucrează circa 2/3 din adaos şi o operaţie de finisare la care se prelucrează restul.

Vitezele de aşchiere se iau de 120—250 m/min pentru metalele feroase şi de 250—3 000 m/min pentru metalele neferoase.

Mărimea avansului se ia de 0,1—0,2 mm/rot pentru operaţiile de eboşare şi de 0,05—0,10 mm/rot pentru operaţiile de finisare. Adîncimea de aşchiere se ia de 0,3—0,5 mm pentru operaţiile de eboşare şi de 0,05—0,5 mm pentru operaţiile de finisare. Pentru metalele neferoase se poate lua o adîncime de aşchiere şi mai mare.

3.3.3. **Regim de lucru.** *Vitezele de aşchiere şi avansurile pentru strunjirea obişnuită* sînt indicate în tabelele 7.20—7.24.

Valorile din tabela 7.21 se pot majora, după caz, cu maximum 40% la strunjirea cu răcire.

Tabela 7.23. **Valorile medii ale avansului pentru strunjire longitudinală de degroşare**

Diametrul piesei d, mm	Pentru adîncimea de aşchiere t, mm			
	0—5	5—8	8—12	12—30
	Avansuri s, mm/rot			
10—18	s < 0,25	—	—	—
18—30	0,20—0,50	—	—	—
30—50	0,40—0,80	0,30—0,60	—	—
50—80	0,60—1,20	0,50—1,00	—	—
80—120	1,00—1,60	0,70—1,50	0,50—1,00	—
120—180	1,40—2,00	1,10—1,80	0,80—1,50	—
180—260	1,80—2,60	1,50—2,00	1,10—2,00	1,00—1,50
260—360	2,30—3,20	2,50—2,80	1,50—2,50	1,30—2,00
d> **360**	—	2,80—3,50	2,00—3,00	1,50—2,50

Tabela 7.24. **Valorile medii ale avansului pentru diverse prelucrări de finisare**

Diametrul piesei d, mm	Strunjire longitudinală şi transversală (cu cuţit normal)	Strunjire longitudinală (cu cuţit lat)	Strunjire interioară (cu cuţit normal)
	Pentru adîncimea de aşchiere t, mm		
	t < 2	0,2 — 0,5	t > 2
	Avansul s, mm		
d < **30**	0,08—0,13	0,30—0,80	0,04—0,08
30—50	0,10—0,15	0,70—1,50	0,06—0,10
50—80	0,13—0,20	1,20—2,00	0,08—0,13
80—120	0,18—0,25	1,80—2,50	0,10—0,15
120—180	0,20—0,30	2,00—3,00	0,12—0,18
180—200	0,25—0,35	2,50—3,50	0,15—0,20
200—360	0,30—0,45	3,00—4,00	0,18—0,25
d > **360**	0,35—0,55	3,50—5,00	0,20—0,30

Tabela 7.25. **Viteze de aşchiere pentru strunjirea rapidă**

Felul prelucrării	Materialul de prelucrat	Adîncimea de aşchiere t, mm	Avansul s, mm/rot	Viteza de aşchiere v, m/min
Degroşare	Oţel moale şi semidur cu $\sigma_r \leqslant$ 70 kgf/mm²	5—10	0,5—1	240—120
	Oţel dur cu $\sigma_r >$ 70 kgf/mm²	5—10	0,5—1	150— 80
	Oţel rapid călit, cu $\sigma_r =$ 260 kgf/mm²	5—10	0,5—1	40— 30
	Fontă moale şi semidură, cu *HB* ⩽ 200	5—10	0,5—1	100— 50
	Fontă dură cu *HB*.> 200	5—10	0,5—1	80— 40
	Bronz, alamă, zinc	5—10	1—1,5	400—200
Finisare	Oţel moale şi semidur, cu $\sigma_r \leqslant$ 70 kgf/mm²	1—3	0,1—0,4	400—200
	Oţel dur cu $\sigma_r >$ 70 kgf/mm²	1—3	0,1—0,4	240—120
	Oţel rapid călit, cu $\sigma_r =$ 260 kgf/mm²	0,5—1	0,1—0,2	120— 80
	Fontă molae şi semidură, cu *HB* ⩽ 200	1—2	0,2—0,4	150—120
	Fontă dură cu *HB*> 200	1—2	0,1—0,3	120— 90
	Bronz, alamă	1—2	0,1—0,5	...400
	Aliaje de zinc	1—2	0,1—0,5	200—150

Tabela 7.26. **Valori medii pentru avans şi viteza de aşchiere la strunjire cu plăcuţe din carburi metalice**

Materialul	σ_r daN/mm²	Grupa de utilizare (v. tabela 17,41)					
		P01	P10	P20	P30	P40	M20
		Avansul mm/rot					
		0,5–0,05	0,7–0,5–0,1	1,2–0,3–0,2	2–0,4–0,2	3–0,4	2–0,4–0,2
		Viteza de aşchiere, m/min					
		f	d f	d f	d f	d	d f
Oţel carbon	$\sigma_r < 50$	200–350	120–200–300	100–150–220	60–100–150	40–60	50–80–120
	50–70	180–300	100–180–250	80–120–180	50–80–120	30–50	40–60–100
	70–90	150–250	80–120–200	60–100–150	40–60–100		30–50–80
Oţel aliat	50–90	120–250	60–110–200	50–90–150	40–70–100	20–50	25–45–80
	90–150	60–150	30–60–120	25–50–80	20–40–60		20–30–50
Oţel turnat	$\sigma_r < 50$	120–200	80–100–140	60–80–120	40–60–100	25–40	40–80–120
	50–80	100–150	60–80–120	40–60–100	30–50–80	20–30	30–60–100

Tabelul 7.25 (continuare)

Materialul	HB daN/mm²	Grupa de utilizare					
		K01	K10	K20	K30	K40	M20
		Avansul, mm/rot					
		0,15–0,1	1–0,5–0,2	1,2–0,7	1,5–1		
		Viteza de aşchiere, m/min					
		f	d f	d f	d f	d f	d f
Fontă cenuşie	<200HB	140–180	100–150	60–100–120	30–80–100	30–50–80	50–80–100
	<200HB	100–150	80–120	40–80–100	30–50–90	20–40–60	30–50–80
Fontă maleabilă				50–80–100	30–60–90		40–70–100
Cupru cu mică			100–400	50–100–300			
Alamă şi bronz				250–400–500	200–250–350		150–250–400
Aluminiu				600–1200–2000	400–800–1200		
Silumin	120	100–200–300	100–200–300	80–100–250			60–150–200
Materiale plastice				80–200–250			60–150–250
Oţel călit	$\sigma_r = 600$		10–25	10–25			10–25
Cupru				100–300–500			

Observaţie. S-au utilizat notaţiile: *f* — finisare; *d* — degroşare

Pentru strunjirea transversală, valorile din tabela 7.23 se majorează cu 30—50%. Valorile mai mari se iau pentru strunjirea pieselor din oţel cu duritate mică, iar cele mici pentru piesele din oţel cu duritate mare şi pentru piesele din fontă cenuşie.

În tabela 7.24 valorile mari se iau pentru metale feroase cu duritate mică, iar valorile mici pentru cele cu duritate mai mare. Pentru metale neferoase aceste valori se majorează cu 20—30%.

Vitezele de aşchiere pentru strunjirea rapidă sînt indicate în tabela 7.25, la operaţii de degroşare şi finisare a diferitelor metale feroase şi neferoase în funcţie de adîncimea de aşchiere şi avans.

Vitezele medii pentru avans şi de aşchiere la strunjirea cu plăcuţe din carburi metalice sînt arătate în tabela 7.26.

3.3.4. **Strunguri** 3.3.4.1. *Generalităţi.* Strungul este o maşină-unealtă pentru prelucrarea prin aşchiere, în general, a suprafeţelor de revoluţie sau a suprafeţelor elicoidale, ale pieselor, cu ajutorul sculelor aşchietoare (de obicei cuţite de strung). Piesa execută, în acest caz, mişcarea principală de rotaţie, iar sculele mişcarea de avans longitudinal (înaintarea) şi de avans transversal (pătrunderea). Prelucrarea pieselor pe strung se poate face nu numai cu cuţitele de strung, ci şi cu alte scule aşchietoare (de exemplu, burghie, tarozi, alezoare etc.).

3.3.4.2. *Clasificare şi descriere.* Construcţia strungurilor depinde de caracterul producţiei, de forma şi dimensiunile pieselor de prelucrat. Ele pot fi clasificate după diferite criterii ; mai importante sînt următoarele :

După domeniul în care sînt folosite, strungurile se clasifică în strunguri normale strunguri speciale. *Strungurile normale* (denumite şi strunguri paralele,

obişnuite, longitudinale) au un domeniu larg de utilizare şi sînt echipate cu păpuşă fixă, păpuşă mobilă, vîrfuri pentru prinderea piesei etc. *Strungurile speciale* au un domeniu restrîns de utilizare, ele folosindu-se numai pentru anumite piese sau operaţii de prelucrare.

După poziţia axei în jurul căreia se execută mişcarea principală de rotaţie, deosebim: *strunguri orizontale* (de exemplu, strungurile paralele), *strunguri verticale* (de exemplu, strungurile carusel) şi *strunguri cu axa înclinată* (de exemplu, unele strunguri multiaxe).

După dimensiunile maxime ale pieselor care se prelucrează, strungurile se clasifică în: *strunguri mici* (de exemplu, strungul de banc, strungul de ceasornic), *strunguri mijlocii*, *strunguri mari* şi *strunguri foarte mari*; ultimele două categorii se mai numesc şi *strunguri grele*.

După gradul de precizie a dimensiunilor şi a calităţii suprafeţei prelucrate, deosebim: *strunguri de degroşare*, *strunguri de netezire* (de exemplu, strungurile pentru strunjirea de suprafinisare cu diamant) şi *strunguri universale* care execută atît degroşarea cît şi netezirea pînă la un anumit grad al calităţii suprafeţei prelucrate.

După turaţia maximă a arborelui principal strungurile se clasifică în *strunguri cu viteză normală şi strunguri rapide*.

După principiul fixării, şi folosirii sculelor, se deosebesc: *strunguri simple* (de exemplu, strungurile cu vîrfuri) şi *strunguri revolver*.

După numărul axelor principale deosebim: *strunguri cu un ax* şi *strunguri cu axe multiple*.

După felul de prindere (de fixare) a piesei de prelucrat, strungurile se împart în *strunguri cu vîrfuri*, *strunguri cu prindere a pieselor în universal* (*sau platou*) şi *combinate*.

După gradul de automatizare a mişcărilor de comandă pentru executarea operaţiilor auxiliare, se deosebesc: *strunguri neautomate* (de exemplu, strungul normal, strungul frontal), *strunguri semiautomate* şi *strunguri automate*. Strungurile automate se mai împart în strunguri automate pentru bare şi strunguri automate cu magazin.

După tipul subansamblurilor şi modul de antrenare, strungurile se mai clasifică în *strunguri cu con în trepte*, *strunguri cu cutie de viteze*, *strunguri cu acţionare individuală*, *strunguri cu acţionare prin transmisie intermediară*.

a. **Strunguri normale.** Aceste strunguri se caracterizează prin modul de prindere a pieselor de prelucrat pe arborele principal (cu ajutorul universalului etc.) şi uneori şi cu păpuşa mobilă; ele au mecanisme de avans longitudinal şi de avans transversal; ele se folosesc la producţia individuală sau în serii mici şi mijlocii.

La strungurile normale se pot executa operaţii de strunjire a suprafeţelor cilindrice sau conice, exterioare sau interioare, cum şi operaţii auxiliare de găurire, filetare, retezare, rectificare, zimţare etc.

Dimensiunile caracteristice ale strungurilor normale sînt înălţimea vîrfurilor deasupra patului şi distanţa maximă între vîrfuri.

După distanţa între vîrfuri L, strungurile se clasifică astfel: strunguri mici, cu $L \leq 1000$ mm; strunguri mijlocii, cu $L = 1\,000 - 3\,000$ mm; strunguri mari, cu $L = 3\,000 - 8\,000$ mm, strunguri foarte mari, cu $L > 8\,000$ mm.

Dintre strungurile normale fabricate în ţară se menţionează următoarele tipuri: SN 280 (diametrul maxim de strunjire deasupra ghidajelor $\varnothing = 280$ mm şi distanţa între vîrfuri $L = 500$ mm), SNA 280 ($\varnothing = 280$ mm şi $L = 500$ mm), SNA 320—G ($\varnothing = 320$ mm şi $L = 750$ mm), SNA 320-U (strung normal uşor cu $\varnothing = 320$ mm şi $L = 750$ mm), SNA 360 ($\varnothing = 360$ mm şi $L = 750$ mm), SNA 400 ($\varnothing = 400$ mm şi $L = 750$ mm; 1 000 mm; 1 500 mm); SNA 450 ($\varnothing = 450$ mm şi $L = 750$ mm; 1 000 mm; 1 500 mm), SNA 500 ($\varnothing = 500$ mm şi $L = 1\,000$ mm; 1 500 mm; 2000 mm; 3 000 mm), SNA 560 ($\varnothing = 560$ mm şi $L = 1\,000$ mm; 1 500 mm; 2 000 mm; 3 000 mm).

Pentru exemplificare, se descriu următoarele strunguri normale:

— **Stung normal mijlociu.** În figura 7.54 este arătat strungul normal universal, mijlociu 1A 62-S_3 (cu distanţa între vîrfuri de 1 000 mm); schema lui cinematică este redată în figura 7.1.

Strungul este compus din următoarele subansambluri: batiul A, păpuşa fixă B, păpuşa mobilă C, mecanismul de avansuri şi filete D, căruciorul E, dispozitive de comandă şi dispozitive şi instalaţii auxiliare.

Batiul se compune dintr-un pat din fontă prevăzut cu două ghidaje prismatice; ghidajul din faţă serveşte la conducerea saniei, iar cel din spate la conducerea păpuşii mobile. Patul este fixat cu şuruburi de două picioare din fontă. La alte strunguri, patul are o scobitură (care poate fi acoperită de un adaos) lîngă păpuşa fixă, pentru a se face posibilă strunjirea pieselor cu diametre mai mari decît cel corespunzător înălţimii vîrfurilor deasupra patului.

Păpuşa fixă constă dintr-o carcasă din fontă care se închide etanş cu un capac. Ea conţine arborele principal, precum şi mecanismele pentru schimbarea turaţiei, inversarea sensului de rotaţie, pornire şi oprire.

Păpuşa mobilă, prevăzută cu pinolă şi vîrf, poate fi deplasată în lungul patului, precum şi transversal (pentru strunjiri conice).

Cutia roţilor de schimb serveşte pentru montarea roţilor dinţate de schimb, care transmit mişcarea de la cutia de viteze la cutia avansurilor. Cu ajutorul a două perechi de roţi dinţate de schimb, se pot obţine aproape toate filetele standardizate.

Căruciorul este destinat pentru transmiterea mişcării de la arborele avansurilor sau şurubul conducător la sanie. În partea stîngă a cutiei căruciorului există mecanismul de inversare pentru schimbarea sensu-

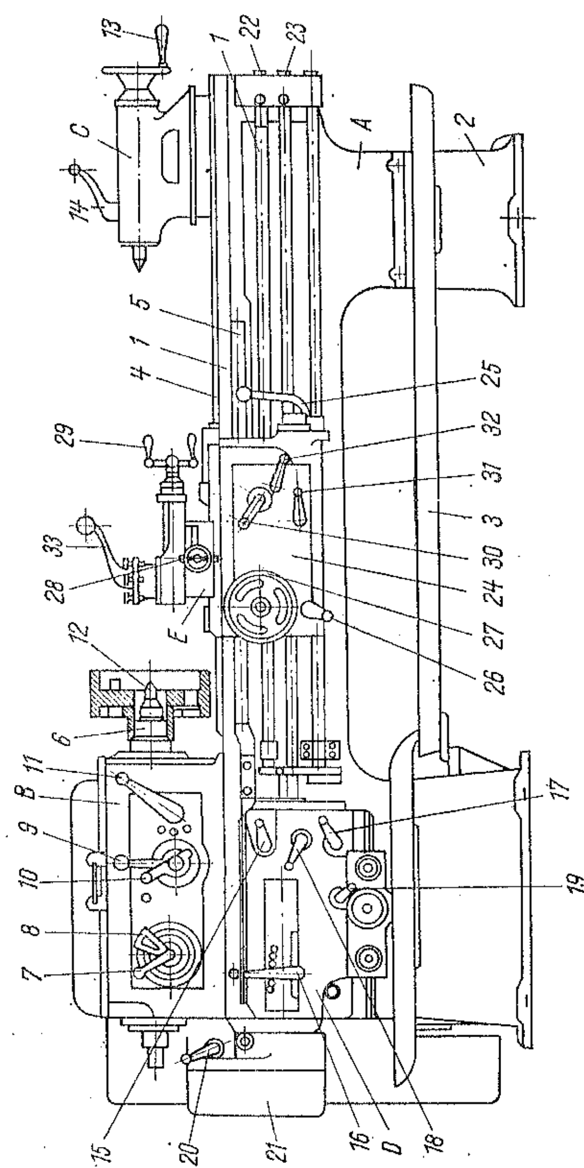


Fig. 7.54. Strung normal mijlociu tip 1A 62-S_3 :

1 — pat; *2* — picior; *3* — tavă; *4* — ghidaj prismatic; *5* — cremalieră; *6* — arbore principal; *7, 9* şi *11* — manete pentru schimbarea vitezelor; *8* — indicator de turaţii ale arborelui principal; *10* — manetă pentru mărirea pasului; *12* — vîrf; *13* — roată de mînă pentru mişcarea pinolei; *14* — manetă pentru blocarea pinolei; *15, 16* şi *17* — manete pentru avansuri şi pasuri de filete; *18* — manetă pentru cuplarea şuruburlui conducător sau a axului avansurilor; *19* — manetă pentru filete cu pas metric şi pas în ţoli; *20* — manetă pentru inversarea sensului de mişcare al căruciorului la filetare; *21* — apărătoarea lirei; *22* — şurub conducător; *23* — axul avansurilor; *24* — cutia căruciorului; *25* — manetă pentru pornirea, oprirea şi inversarea sensului de rotire al arborelui principal; *26* — manetă pentru inversarea sensului de mers al căruciorului; *27* — roată de mînă pentru avansul longitudinal, manual; *28* — roată de mînă pentru avansul transversal, manual; *29* — roată de mînă pentru acţionarea manuală a saniei port-cuţit; *30* — manetă pentru cuplarea avansului automat transversal şi longitudinal; *31* — manetă pentru cuplarea şi decuplarea avansului automat (cuplarea şi decuplarea piuliţei secţionate cu şurubul conducător); *33* — manetă pentru rotirea şi blocarea port-cuţitului

lui de deplasare a căruciorului în timpul strunjirii. Pe cărucior se găsesc patru manete pentru : inversarea sensului avansului, cuplarea avansului transversal sau longitudinal, cuplarea avansului automat şi cuplarea căruciorului la şurubul conducător, precum şi o roată de mînă cu tambur gradat, pentru deplasarea manuală a căruciorului.

Sania serveşte pentru fixarea şi deplasarea cuţitului. Ea conţine : sania principală (deplasabilă manual sau mecanic concomitent cu căruciorul), sania transversală (deplasabilă manual sau mecanic) suportul intermediar (deplasabil în ambele sensuri cu 45°), sania port-cuţit (deplasabilă numai manual) şi port-cuţitul multiplu.

Dispozitive şi instalaţii auxiliare. Strungul este prevăzut cu două lunete (fixă şi mobilă), electropompă pentru lichidul de răcire a sculelor, pompă de ulei cu piston pentru ungerea locurilor inaccesibile din păpuşa fixă.

Un strung normal universal de construcţie specială este şi strungul de precizie SV 18R-S_4 construit în ţară după anul 1944. Acesta are distanţa între vîrfuri de 1 250 mm şi înălţimea vîrfurilor de 180 mm. Turaţia maximă a arborelui principal este de 2 800 rot/min.

— **Strungul de banc** (fig. 7.55) este un strung universal mic cu distanţa între vîrfuri pînă la 500 mm şi înălţimea vîrfurilor de 50—125 mm. Batiul, turnat din fontă, cu picioare de înălţime mică, este aşezat pe un suport special care serveşte ca masă postament şi ca suport pentru electromotorul de antrenare.

Păpuşa fixă este prevăzută cu un con în trepte şi un angrenaj intermediar pentru schimbarea vitezei de rotaţie a arborelui principal. Pe capul filetat al arborelui principal se pot fixa universalul, flanşa de antrenare, platoul sau alte dispozitive de fixare.

Păpuşa mobilă este deplasabilă în lungul patului; vîrful fix cu pinola se pot deplasa axial cu ajutorul unei manete.

Căruciorul este prevăzut cu săniile principală, transversală şi port-cuţit. La strungurile construite fără şurub conducător, mişcarea principală şi transversală a săniilor, se face manual.

Strungurile de banc, numite şi strunguri de mecanică fină sau strunguri de mecanică de precizie, se folosesc la prelucrarea pieselor mici pentru construcţia de aparate, de maşini uşoare etc.

— **Strungul greu** este un strung normal universal cu distanţa între vîrfuri de 1 500 — 15 000 mm şi înălţimea vîrfurilor de 450 — 1 500 mm.

În figura 7.56 este arătat un strung normal greu cu înălţimea vîrfurilor de 450 mm şi distanţa între vîrfuri de 4 500 mm. Se foloseşte strunjirea, găurirea şi alezarea pieselor lungi şi grele, precum şi la tăierea de filete metrice, în ţoli şi modul. Antrenarea se face de un motor electric, prin intermediul unor curele trapezoidale. Pornirea, oprirea şi schimbarea sensului de rotaţie a arborelui principal se face cu un ambreiaj

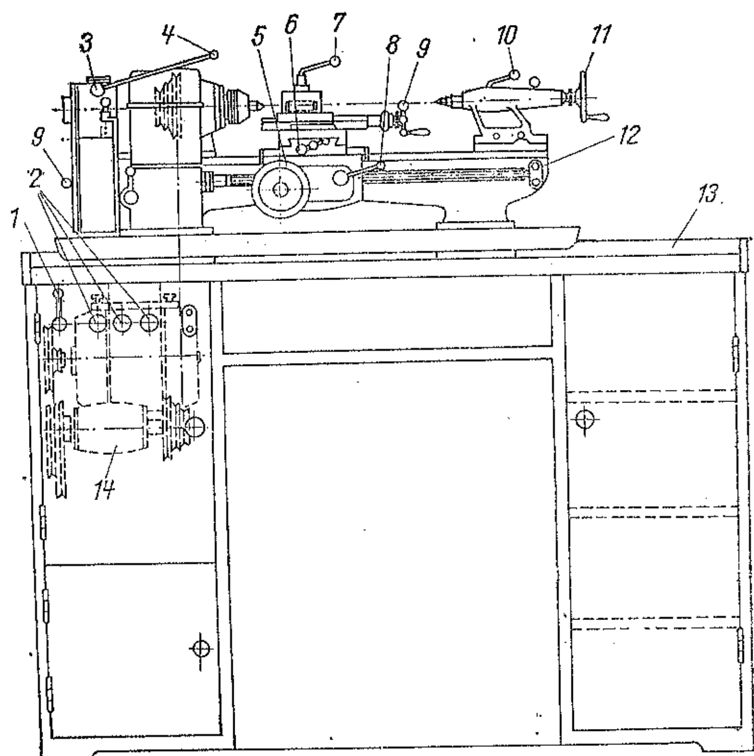


Fig. 7.55. Strung de banc :

1 — manetă pentru schimbarea curelei; *2* — siguranţe; *3* — ungător; *4* — manetă de pornire; *5* — roată de mînă pentru deplasarea căruciorului; *6* — manivelă pentru deplasarea saniei transversale; *7* — manetă de blocare a capului port-cuţit; *8* — manetă pentru cuplarea piuliţei secţionate; *9* — manivelă pentru deplasarea saniei port-cuţit; *10* — manivelă pentru blocarea pinolei; *11* — roată de mînă pentru avansul pinolei; *12* — batiu; *13* — masă; *14* — motor.

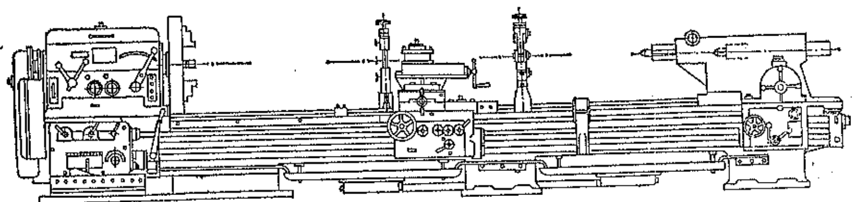


Fig. 7.56. Strung greu.

dublu cu lamele. Schimbarea turaţiilor şi avansurilor se face cu roţi dinţate baladoare, acţionate prin manete. Căruciorul se deplasează automat sau manual, longitudinal şi transversal şi este prevăzut cu un melc căzător pentru declanşarea automată. Păpuşa mobilă poate fi simplă sau semiautomată, cu patru avansuri ale pinolei pentru găurire. Greutatea strungului este de circa 12 000 kg.

— **Strungul de degroşare** este un strung normal, de construcţie robustă şi de obicei fără şurub conducător. El foloseşte la degroşarea pieselor.

Atît cutia de viteze cît şi cutia de avansuri au un număr mic de trepte.

— **Strungul de producţie** este un strung mijlociu utilizat la strunjirea rapidă a pieselor scurte, de serie, pentru operaţii de degroşare şi de netezire.

În figura 7.57 este arătat strungul de producţie AWO, cu înălţimea vîrfurilor de 315 mm şi distanţă între vîrfuri de 750 mm.

Cînd se lucrează deasupra saniei se pot strunji piese scurte cu diametre de 340—430 mm, iar cînd se lucrează deasupra patului—piese cu diametre de 750 mm.

Căruciorul este prevăzut cu două port-cuţite, unul rotitor în faţă, şi unul demontabil pentru patru cuţite, în spate. Pentru deplasarea căruciorului există numai un arbore de avans.

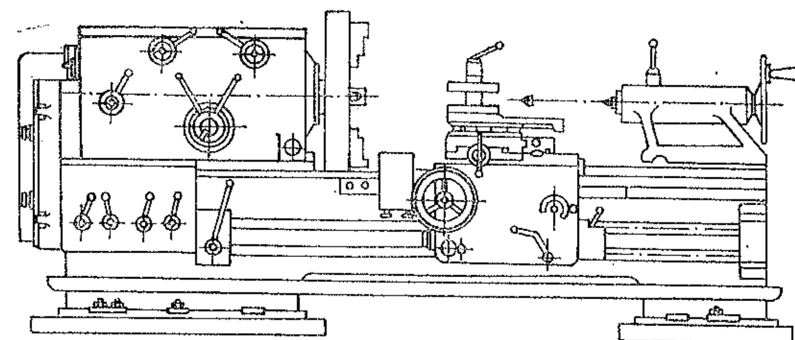


Fig. 7.57.

Există strunguri de producţie pentru filetare la care arborele avansurilor este înlocuit prin şurub conducător.

b. **Strunguri speciale.** Aceste strunguri au un domeniu restrîns de utilizare; ele se folosesc fie pentru prelucrarea anumitor piese, fie pentru executarea anumitor operaţii de prelucrare. Ele pot fi orizontale sau verticale, uniax sau multiax, iar funcţionarea acestora poate fi neautomată, semiautomată sau automată.

Pentru exemplificare se descriu următoarele strunguri speciale:

— **Strungul carusel** se foloseşte de obicei la strunjirea pieselor cu înălţimea mică şi diametrul mare. Platoul de prindere a pieselor are axa de rotaţie verticală. Există strunguri carusel cu o singură coloană şi strunguri carusel cu două coloane.

Strungul carusel cu o coloană are batiul constituit dintr-o placă de bază şi o coloană turnată monobloc sau îmbinată cu aceasta. Platoul este acţionat de un arbore paralel cu arborele principal, conducerea lui fiind realizată prin roţi de transmisie în trepte sau este acţionat de un motor separat; în ultimul caz pentru schimarea turaţiei platoului se foloseşte o cutie de viteze. Prin deplasarea verticală a traversei orizontale pe care se mişcă căruciorul cu suportul sculei acest strung se poate utiliza pentru strunjiri cilindrice sau conice, pentru găurire, alezare şi uneori chiar pentru filetare. Suportul portscule este în general de tipul capului revolver.

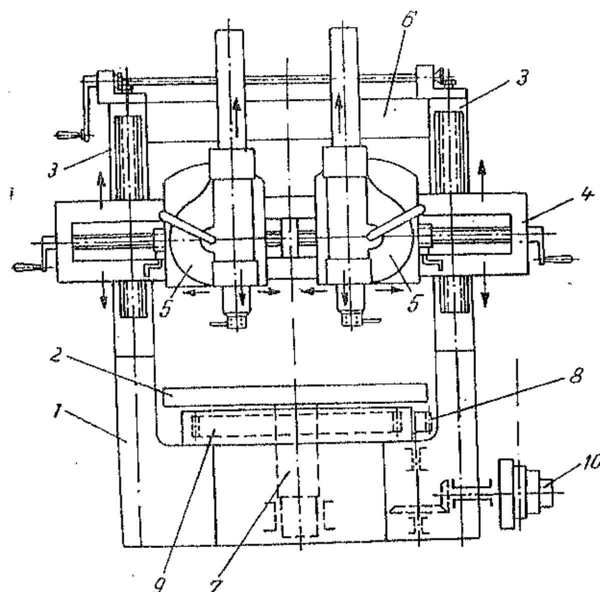


Fig. 7.58. Strung carusel cu două coloane:
1 — batiu; 2 — platou orizontal; 3 — coloane; 4 — traversă orizontală; 5 — cărucioare cu suporţi port-scule; 6 — traversă fixă; 7 — ax principal; 8 — roata dinţată conducătoare; 9 — coroana dinţată a platoului; 10 — con în trepte.

Strungurile carusel cu două coloane (fig. 7.58) se folosesc la strunjirea pieselor cu diametre de 1 650—8 000mm. Pe ghidajele celor două coloane verticale legate la partea de sus cu o traversă fixă, se deplasează traversa orizontală care susţine două cărucioare cu suporţi portscule.

Cu ajutorul arborilor filetaţi, traversa orizontală ca şi cărucioarele cu suporţii portscule se pot deplasa manual sau mecanic.

Strungurile carusel sînt preferate strungurilor frontale, deoarece fixarea şi centrarea pieselor se fac mai uşor pe strunguri carusel, mai ales cînd se prelucrează piese grele şi cu profile geometrice neregulate.

În ţară s-au construit pînă în prezent următoarele tipuri de strunguri carusel: SC 1 250—M cu diametrul platoului (Ø) de 1 120 mm, diametrul

maxim de prelucrare cu căruciorul vertical ($Ø_1$) de 1 250mm, diametrul maxim de prelucrare cu căruciorul lateral ($Ø_2$) de 1 920 mm, înălţimea maximă a piesei (H) de 1 000 mm şi greutatea maximă a piesei (G) de 2 500 kg; FMUAB — SC 1 000 ($Ø$ = 900 mm, $Ø_1$ = 1 100 mm, $Ø_2$ = = 1 000 mm, H = 800 mm, G = 5 000 kg); FMUAB — SC 1 250 ($Ø$ = = 1 200 mm, $Ø_1$ = 1 400 mm, $Ø_2$ = 1 300 mm, H = 1 000 mm, G = = 6 000 kg); FMUAB — SC 1 600 ($Ø$ = 1 450 mm, $Ø_1$ = 1 650 mm, $Ø_2$ = 1 550 mm, H = 1 200 mm, G = 8 000 kg); FMUAB — SC 2 000 ($Ø$ = 2 000 mm, $Ø_1$ = 2 200 mm, $Ø_2$ = 2 100 mm, H = 1 500 mm, G = 12 000 kg); FMUAB—SC 2 500 ($Ø$ = 2 500 mm, $Ø_1$ = 2 700 mm, $Ø_2$ = 2 600 mm, H = 1 900 mm, G = 15 000 kg); FMUAB—SC 3 200 ($Ø$ = 3 000 mm, $Ø_1$ = 3 300 mm, $Ø_2$ = 3 150 mm, H = 2 300 mm, G = 18 000 kg).

La Întreprinderea Mecanică Roman s-a construit strungul carusel tip SC 1250—M cu montant şi traversă mobilă şi strungul carusel SC 1600—M.

— **Strung frontal** (fig 7.59). Pentru strunjirea pieselor scurte cu diametru mare se foloseşte deseori un strung frontal numit şi strung de planat. Acesta se deosebeşte de strungul normal prin lipsa păpuşii mobile şi prin faptul că în general acest strung are batiuri separate pentru păpuşă fixă şi sănii; numai rareori acestea au un batiu comun.

În timp ce la strungurile frontale cu batiu comun pentru păpuşa fixă a sănii mecanismul de avansuri este asemănător cu acela de la strungurile normale (cu excepţia şurubului conducător), la strungurile frontale cu batiuri separate, mişcarea de avans este transmisă de la cutia de viteze, printr-un mecanism cu manivelă şi balansier, la un sistem de arbori montaţi în placa de fundaţie şi, de la acesta, la un mecanism cu clichet care acţionează săniile, imprimîndu-le un avans intermitent.

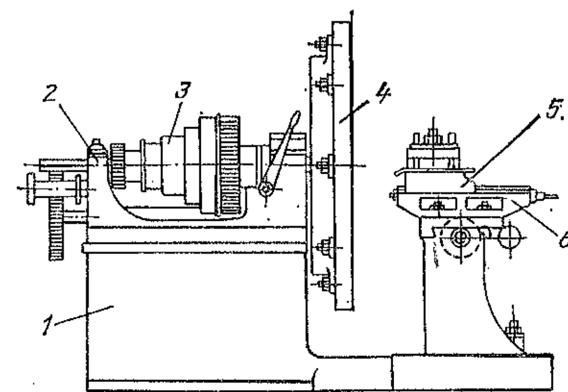


Fig. 7.59. Strung frontal:
1 — batiu; 2 — păpuşă fixă; 3 — con în trepte; 4 — platou: 5 şi 6 — sănii.

Sînt şi strunguri frontale la care un electromotor montat pe batiul săniilor asigură mişcarea de avans continuu.

— **Strungul revolver** este un strung caracterizat prin suportul special al sculelor, numit cap revolver, fixat pe sania longitudinală şi care poate fi orizontal sau vertical, după poziţia axei de rotaţie.

Deoarece capul revolver permite montarea simultană a şase sau mai multe scule diferite, utilizarea acestor strunguri este indicată la

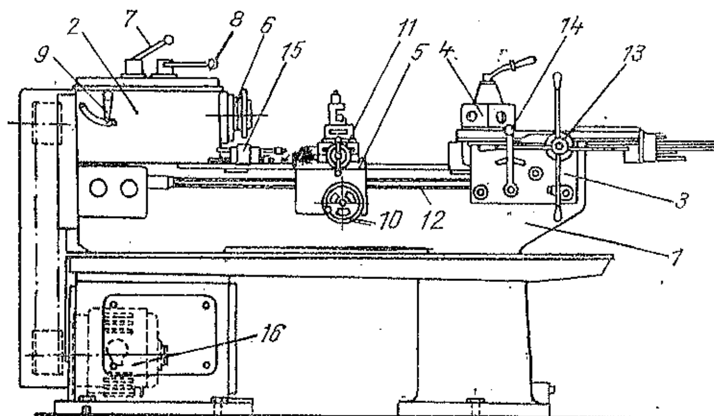


Fig. 7.60. Strung revolver cu turelă :

1 — bazin; 2 — păpuşă fixă; 3 — cărucior longitudinal; 4 — cap revolver cu ax vertical; 5 — cărucior transversal; 6 — arbore principal; 7 şi 8 — manete pentru schimbarea turaţiei arborelui principal; 9 — manetă pentru schimbarea sensului de rotaţie al arborelui principal; 10 — roată de mînă pentru deplasarea căruciorului; 11 — roată de mînă pentru deplasarea saniei transversale; 12 — şurub conducător; 13 — roată de mînă pentru deplasarea căruciorului cu capul-revolver; 14 — manetă pentru cuplarea căruciorului cu şurubul conducător; 15 — limitatori de cursă; 16 — motor.

executarea pieselor în serie, unde se cere concentrarea operaţiilor de prelucrare.

După poziţia capului revolver, deosebim strunguri revolver cu axă de rotaţie verticală (fig. 7.60) (numite şi strunguri revolver cu turelă) şi struguri revolver cu axă de rotaţie orizontală a capului-revolver (numite şi strunguri revolver cu disc). În figurile 7.61 şi 7.62 se arată schema de lucru a acestor strunguri revolver.

Păpuşa fixă a strungului revolver este asemănătoare cu păpuşa fixă a unui strung normal universal. Arborele principal are un alezaj care permite introducerea barelor de material spre a fi prelucrate. Mişcarea electromotorului se transmite arborelui principal prin intermediul cutiei de viteze. Prin aşezarea manetei în poziţia indicată în tabela fixată pe strungul revolver, se obţine turaţia dorită a arborelui principal.

Păpuşa mobilă la aceste strunguri lipseşte. Ele sînt prevăzute şi cu un cărucior de deplasare transversală, pe care se fixează sculele pentru operaţiile secundare (de exemplu, strunjire plană sau retezare).

Cursele de avans ale diferitelor scule fixate pe capul revolver sînt limitate prin opritori aşezaţi la distanţe corespunzătoare.

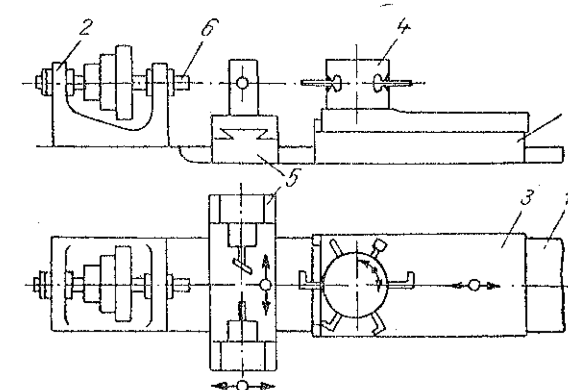


Fig. 7.61. Schema unui strung revolver cu turelă :

1 — batiu; 2 — păpuşă fixă; 3 — căruciorul capului revolver; 4 — cap-revolver cu ax vertical; 5 — cărucior transversal; 6 — arbore principal.

Operaţiile de filetare pentru filete exterioare se execută fie cu aparate de filetat cu declanşare automată, cu piepteni de filetat montaţi pe capul revolver, fie cu un dispozitiv de filetat prin copiere.

Dintre strungurile revolver construite în ţara noastră se menţionează :

— strungul revolver cu turelă tip SRV 25 (cu diametrul alezajului arborelui principal 40 mm, înălţimea arborelui principal deasupra prismelor ghidajelor batiului 150 mm, diametrul maxim de prelucrare

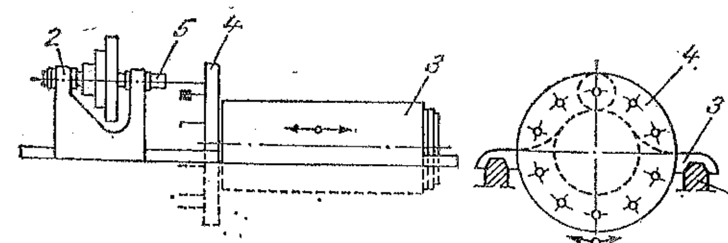


Fig. 7.62. Schema unui strung revolver cu disc :

1 — batiu; 2 — păpuşă fixă; 3 — căruciorul capului revolver; 4 — cap revolver cu ax orizontal; 5 — arbore principal.

peste ghidaje 350 mm) şi tip SRV 40 (cu diametrul alezajului arborelui principal 52 mm, înălţimea arborelui principal deasupra prismelor ghidajului batiului 200 mm, diametrul maxim de prelucrare peste ghidaje 450 mm);

— strungul revolver cu disc tip SARO 25 (cu diametrul alezajului arborelui principal 40 mm, înălțimea arborelui principal deasupra prismelor ghidajului batiului 150 mm, diametrul maxim de prelucrare peste ghidaje 350 mm) și tip SARO 40 (cu diametrul alezajului arborelui principal 52 mm, înălțimea arborelui principal deasupra prismelor ghidajelor batiului 180 mm și diametrul maxim de prelucrare peste ghidaje 400 mm).

— **Strungul revolver semiautomat** se construiește cu un ax sau cu axe multiple, fie pentru prelucrarea pieselor din bare, fie pentru piese prinse în dispozitivele de prindere (universal, platouri etc.). La strungul revolver semiautomat cu axe multiple, pentru prelucrarea pieselor fixate în dispozitive de prindere, operațiile de prelucrare se execută automat, în afară de prinderea și scoaterea pieselor, operații care se execută manual.

— **Strung revolver automat.** Asemănător strungului revolver semiautomat și acest strung se construiește cu un ax sau cu mai multe axe, pentru prelucrarea pieselor din bară sau în dispozitivele de prindere.

Mișcările suporților laterali, ale suportului capului revolver, mișcarea de avans a barei de material, precum și strîngerea materialului, se realizează automat cu ajutorul unor arbori cu came, comandînd fiecare cîte o fază de lucru.

Forma curbelor suprafețelor camelor se determină prin calcul sau grafic, în funcție de mișcările sculelor date de procesul tehnologic și în funcție de raporturile de transmitere ale legăturii cinematice dintre dispozitivul de distribuție și suporții sculelor.

La strungul revolver automat pentru prelucrarea pieselor brute (turnate sau forjate), depozitarea acestora se face într-un magazin al strungului. Atribuțiile muncitorului se rezumă la alimentarea mașinii-unelte cu material, bară sau piese brute și la controlul prin sondaj al cotelor și toleranțelor pieselor.

Strungurile revolver automate sînt indispensabile atelierelor care fabrică piese în serii mari sau în masă, cum sînt de exemplu, șuruburile, piulițele, fitingurile etc.

În figura 7.63 este arătat un strung revolver automat cu un ax principal, pentru prelucrarea pieselor din bare.

În R. S. R. se mai construiesc : strungul revolver automat monoax, cu cap revolver cu axa orizontală, tip SARO 16, pentru prelucrarea pieselor din bare cu diametrul pînă la Ø 16 mm ; strungul revolver automat monoax cu cap revolver cu axa orizontală SARO 25, pentru Ø = 25 mm ; strungul revolver automat monoax cu cap revolver cu axa orizontală, SARO 60, pentru Ø = 60 mm ; strungul revolver automat multiax SMA 4 cu patru axe și strungul revolver automat multiax SMA 5 cu cinci axe.

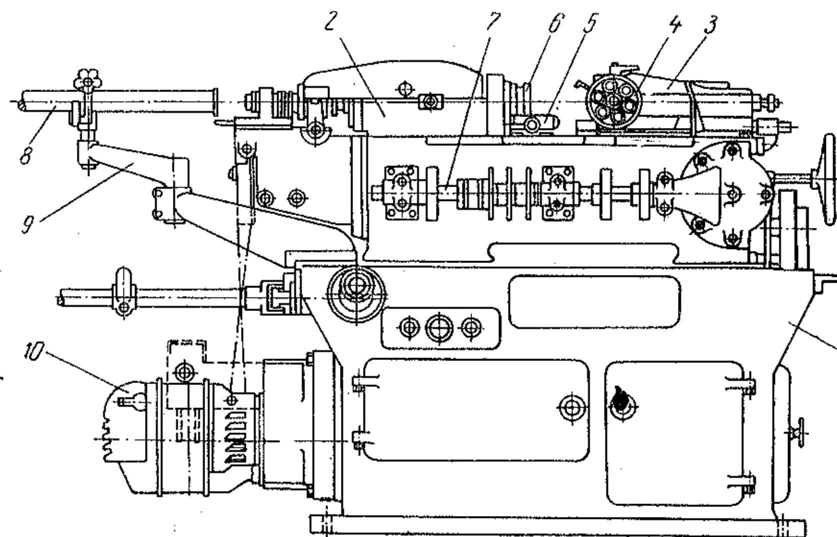


Fig. 7.63. Strung revolver automat :

1 — batiu ; *2* — păpușă fixă ; *3* — căruciorul capului revolver ; *4* — cap revolver ; *5* — cărucior transversal ; *6* — arbore principal ; *7* — arbore de comandă ; *8* — tub protector ; *9* — braț susținător ; *10* — motor.

3.4. GĂURIREA

3.4.1. Generalități. Găurirea prin așchiere este operația prin care se realizează în piesele de prelucrat găuri pătrunse sau înfundate, cu ajutorul mașinilor-unelte și al sculelor așchietoare (burghie de găurit, adîncitori, cuțite de strung).

Găurirea executată cu ajutorul burghielor se numește și *burghiere*. Despre această operație de prelucrare tratează acest subcapitol.

Burghierea se efectuează, în general, mecanic, la mașini de găurit, strunguri, mașini de frezat, mașini de găurit și alezat etc., și uneori, manual, cu ajutorul mașinii de găurit, de mînă, a vrilei sau a coarbei.

Dacă operația de burghiere se execută la mașinile de găurit (cu coloană, radiale, de masă), piesa de prelucrat rămîne imobilă și burghiul execută mișcarea principală de rotație, precum și mișcarea secundară de avans, rectilinie. La mașinile de frezat, piesa fixată pe masa mașinii execută mișcarea rectilinie de avans, iar scula execută mișcarea principală de rotație. În cazul strungurilor universale, piesa de prelucrat, fixată cu dispozitive de prindere pe arborele principal al mașinii-unelte, execută mișcarea principală de rotație, iar burghiul, fixat în pinola păpușii mobile, execută mișcarea secundară de avans rectilinie.

Precizia de prelucrare a găurilor scurte (de exemplu, rectilinitatea axei găurii, paralelismul axelor a două găuri etc.) și forma pieselor indică de obicei mașina-unealtă la care trebuie executată găurirea. Astfel, găurile în piese mici se pot executa la mașina de găurit sau la strunguri. Piesele de dimensiune mari, din cauza greutății și a gabaritelor mari, dacă nu sînt legate de operații de strunjire, se găuresc în mod obișnuit la mașini de găurit radiale.

Pentru executarea găurilor scurte (cu raportul dintre lungime și diametru de cel mult 5), se folosesc următoarele metode de lucru, după gradul de precizie cu care trebuie executate:

— *Găurirea cu trasarea prealabilă a găurilor*; acest procedeu se utilizează, de obicei, la piesele executate în număr mic.

— *Găurirea cu ajutorul șabloanelor sau dispozitivelor de găurit* pentru ghidarea burghielor, asigurînd astfel poziția axei găurilor; această metodă se folosește la prelucrarea pieselor în serie la mașinile de găurit.

— *Găurirea folosind măsurarea prin coordonate*; acest procedeu se utilizează la prelucrarea cu mare precizie a distanțelor dintre axele găurilor. Operația se execută de obicei la mașinile de găurit prin coordonate, prevăzute cu dispozitive de măsurare a lungimilor și a unghiurilor.

— *Găurirea prin rotirea pieselor*. Acest procedeu are ca efect autocentrarea burghiului, împiedicînd astfel devierea axei găurii.

Dacă o gaură trebuie să fie coaxială cu suprafața cilindrică exterioară, se execută mai întîi gaura și apoi se strunjește suprafața exterioară.

Din cauza rezistenței și rigidității mici la torsiune și încovoiere a burghielor, precum și pentru obținerea unei precizii de prelucrare mai ridicate a găurilor, se recomandă ca executarea unei găuri cu diametrul relativ mare să se facă cu cel puțin două burghie; cu primul burghiu se prelucrează o gaură cu diametrul mai mic (aproximativ 0,5 — 0,7 din diametrul necesar), iar cu al doilea burghiu se execută gaura la diametrul cerut.

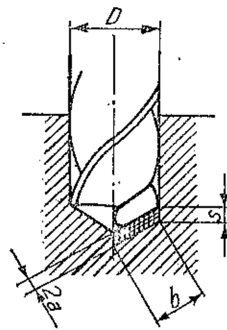


Fig. 7.64.

Deseori, operațiile de burghiere sînt urmate de operații de adîncire, teșire, alezare, strunjire sau filetare.

La subcapitolul „Filetare" este dată tabela cu dimensiunile burghielor pentru găurile care trebuie filetate, iar la subcapitolul „Șuruburi" este dată tabela cu dimensiunile găurilor de trecere pentru șuruburi.

3.4.2. **Caracteristicile așchierii prin găurire** (fig. 7.64). *Viteza de așchiere* este viteza celui mai îndepărtat punct al tăișului față de axa burghiului: $v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1\,000}$ [m/min],

în care: D este diametrul exterior al burghiului, în mm;
n — turația burghiului, în rot/min.

Avansul s este mărimea deplasării burghiului sau a piesei pe axă, în cursul unei rotații complete; el se exprimă în mm/rot.

Dimensiunile așchiei sînt:

Lățimea așchiei b, care este distanța dintre suprafața prelucrată a găurii și muchia transversală, măsurată în lungul tăișului.

Grosimea așchiei a, care este jumătatea distanței dintre două poziții consecutive ale tăișului, pentru o rotație completă a burghiului sau piesei.

Secțiunea așchiei A, care este secțiunea stratului de material scos de un singur tăiș al burghiului, după o singură rotație. Secțiunea așchiei, măsurată în milimetri pătrați, se exprimă aproximativ prin formula

$$A = b \cdot a = D \cdot s \text{ [mm}^2\text{]}.$$

3.4.3. **Regimul de așchiere.** La burghiere, regimul de așchiere are ca elemente numai avansul și viteza de așchiere care se stabilesc în funcție de diametrul burghiului și de materialul prelucrat.

În tabela 7.27 sînt indicate avansurile manuale pentru burghierea la strung, în funcție de diametrul burghiului și de materialul prelucrat.

Tabela 7.27. **Avansuri manuale pentru burghiere la strung**

Materialul de prelucrat	Diametrul burghiului D, mm									
	6	8	10	12	14	16	20	24	80	40
	Avansul s, mm/rot									
Oțel σ_r = = 60 kgf/mm²	—	—	0,30	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,11	—
Oțel, σ_r = = 65... 90 kgf/mm³	0,15	0,18	0,22	0,26	0,22	0,18	0,14	0,11	0,08	0,06
Oțel, σ_r = = 90 ... 100 kgf/mm²	0,11	0,14	0,16	0,19	0,16	0,14	0,10	0,08	0,06	0,04
Fontă $HB \leqslant$ $\leqslant 170$, bronz alamă, aliaje de aluminiu	0,38	0,45	0,50	0,50	0,40	0,35	0,25	0,21	0,16	0,12
Fontă $HB \geqslant$ $\geqslant 170$	0,22	0,22	0,30	0,30	0,24	0,21	0,15	0,12	0,10	0,07

În tabela 7.28 sînt date avansurile mecanice pentru burghierea la maşini de găurit cu burghie din oţel rapid, în funcţie de diametrul burghiului şi de materialul de prelucrat. Avansurile sînt indicate pentru găuri care au adîncimea egală cu cel mult trei diametre ale burghiului;

Tabela 7.28. **Avansuri mecanice pentru burghiere la maşini de găurit**

Diametrul burghiului D, mm	Oţel carbon şi oţel aliat cu σ_r kgf/mm² < 90	Oţel carbon şi oţel aliat cu σ_r kgf/mm² 90 – 110	Fontă şi materiale neferoase HB < 170	Fontă şi materiale neferoase $HB \geq 170$
	Avansul s, mm/rot			
2	0,025–0,05	0,02 –0,04	0,05–0,10	0,03–0,06
4	0,050–0,09	0,04 –0,07	0,10–0,25	0,06–0,12
6	0,080–0,16	0,055–0,11	0,15–0,30	0,10–0,20
8	0,10 –0,20	0,07 –0,14	0,20–0,40	0,12–0,24
10	0,12 –0,25	0,10 –0,19	0,26–0,52	0,15–0,31
12	0,14 –0,28	0,11 –0,21	0,29–0,58	0,17–0,35
16	0,17 –0,34	0,13 –0,25	0,34–0,68	0,20–0,41
20	0,20 –0,39	0,15 –0,29	0,39–0,78	0,24–0,48
24	0,22 –0,43	0,16 –0,32	0,43–0,87	0,26–0,52
28	0,24 –0,47	0,17 –0,34	0,47–0,96	0,27–0,54
30	0,25 –0,50	0,18 –0,36	0,50–1,0	0,30–0,60
35	0,27 –0,54	0,20 –0,40	0,55–1,10	0,33–0,66
40	0,29 –0,58	0,22 –0,43	0,59–1,18	0,35–0,71

pentru adîncimi de găurire mai mari, se folosesc următorii coeficienţi de corecţie:

0,90 pentru adîncimea de găurit egală cu 3 — 5 diametre ale burghiului;

0,80 pentru adîncimea de găurit egală cu 5—7 diametre ale burghiului;

0,75 pentru adîncimea de găurit egală cu 7—10 diametre ale burghiului.

Valorile maxime din tabelă se iau pentru găurile fără toleranţă şi găurile care urmează a primi prelucrări ulterioare (alezare, filetare cu tarozi); valorile medii se aleg pentru găuri în piese cu pereţi subţiri sau pentru găuri care urmează a fi alezate de două ori; valorile mici se iau pentru burghierea găurilor precise, găurirea fiind urmată de o adîncire cu o adîncime mică de aşchiere sau de o alezare.

În tabela 7.29 sînt indicate vitezele de aşchiere pentru burghierea la maşini de găurit cu burghie din oţel carbon pentru scule şi cu burghie din oţel rapid; valorile inferioare ale vitezelor sînt pentru burghiele din oţel pentru scule, iar valorile mari pentru cele din oţel rapid.

În tabela 7.30 sînt arătate vitezele de aşchiere în metri pe minut, şi avansurile, în milimetri, pentru burghierea cu burghie avînd vîrful din carbură metalică.

Tabela 7.29. **Viteze de aşchiere pentru burghiere la maşini de găurit.** Avansul s, mm/rot, şi turaţia n, rot/min

Materialul de prelucrat	Viteza de aşchiere, m/min		Oţel carbon de scule 2	Oţel carbon de scule 5	Oţel carbon de scule 8	Oţel carbon de scule 16	Oţel carbon de scule 25	Oţel carbon de scule 40	Oţel rapid 2	Oţel rapid 5	Oţel rapid 8	Oţel rapid 16	Oţel rapid 25	Oţel rapid 40
			Diametrul burghiului D, mm, pentru burghiu din oţel carbon de scule						burghiu din oţel rapid					
Oţel carbon de construcţii, nealiat σ_r < 50 kgf/mm²	10–18	s	0,03	0,09	0,12	0,18	0,20	0,21	0,03	0,11	0,16	0,26	0,30	0,40
	25–40	n	2000	1000	630	315	160	100	4000	2000	1600	800	400	280
Idem σ_r = 50...70 kgf/mm²	9–12	s	0,03	0,08	0,10	0,16	0,18	0,20	0,3	0,10	0,14	0,22	0,30	0,40
	25–32	n	1600	800	500	250	125	80	4000	2000	1250	630	315	200
Oţeluri aliate σ_r = = 70...90 kgf/mm²	—	s	—	—	—	—	—	—	0,02	0,06	0,10	0,18	0,22	0,28
	12–20	n	—	—	—	—	—	—	2000	1000	800	315	200	100
Idem σ_r = 90...110 kgf/mm²	—	s	—	—	—	—	—	—	0,01	0,04	0,08	0,14	0,18	0,23
	8–14	n	—	—	—	—	—	—	1250	630	500	200	125	63
Fonte cu σ_r = 18 kgf/mm²	8–14	s	0,12	0,18	0,18	0,25	0,30	0,35	0,06	0,16	0,25	0,35	0,45	0,50
	20–35	n	1600	800	500	250	125	80	4000	2000	1250	630	315	160
Bronz	15–25	s	0,03	0,09	0,12	0,18	0,20	0,22	0,04	0,12	0,16	0,25	0,30	0,40
	...70	n	2500	1000	800	400	200	125	6300	2500	2000	1000	500	315
Alamă	18–30	s	0,03	0,08	0,11	0,16	0,18	0,20	0,04	0,10	0,14	0,22	0,30	0,40
	...70	n	3150	1250	1000	500	250	160	6300	2500	2000	1000	500	300
Aliaje de aluminiu moi	—	s	—	—	—	—	—	—	0,05	0,14	0,20	0,32	0,40	0,45
	...120	n	—	—	—	—	—	—	—	—				
Duraluminiu	—	s	—	—	—	—	—	—	—	—				
	...120	n	—	—	—	—	—	—						

Tabela 7.30. **Viteze de aşchiere şi avansuri pentru burghierea cu burghie cu vîrf din carburi metalice**

Materialul de prelucrat	Viteza de aşchiere m/min	Avansul pentru burghie cu diametrul de		Răcire
		10 mm	20 mm	
Oţel crom-nichel $\sigma_r = 140$ kgf/mm²	30	0,05	0,08	Emulsie de răcire
Oţel pentru scule $\sigma_r = 180 \ldots 200$ kgf/mm²	10	0,03	0,06	Idem
Oţel mangan 12%	20	0,03	0,06	Uscat
Fontă cenuşie $HB < 200$	75—125	0,15	0,30	Idem
Fontă cenuşie $HB > 200$	60—80	0,10	0,25	Idem
Marmură	20—30	0,08	0,15	Apă
Granit	6—10	0,02	0,05	Idem
Sticlă	20—30	0,04	0,05	Terebentină
Porţelan	10—20	0,01—0,03	0,02—0,05	Idem
Materiale izolante	200	0,30	0,50	Uscat

3.4.4. **Maşini de găurit.** 3.4.4.1. *Generalităţi.* La maşinile de găurit prin burghiere, piesa de prelucrat este fixă, iar arborele principal cu burghiul execută mişcarea principală de rotaţie şi mişcarea secundară de avans, rectilinie.

Părţile componente principale ale diferitelor maşini de găurit mecanice fixe sînt: arborele principal, masa pentru fixarea piesei de prelucrat coloana sau batiul, cutia de avansuri şi cutia de viteze.

3.4.4.2. *Clasificare şi descriere.* După modul de acţionare, maşinile de găurit prin burghiere se clasifică în *maşini de găurit manuale* şi *maşini de găurit mecanice.*

a. **Maşinile de găurit manuale** se caracterizează prin faptul că antrenarea arborelui principal portburghiu este realizată manual. Din această categorie fac parte maşinile de găurit de banc, maşinile de găurit de piept, coarba, vrila.

b. **Maşinile de găurit mecanice** se caracterizează prin antrenarea arborelui principal cu ajutorul unui motor, prin acţionarea individuală sau pe grupe. Maşinile de găurit mecanice pot fi *fixe* (de exemplu, maşina de găurit radială) sau *portative* (de exemplu, maşina de găurit portativă electrică sau cu aer comprimat.) După poziţia arborelui principal, maşinile de găurit pot fi *verticale* (de exemplu, maşina de găurit cu coloană) şi *orizontale* (de exemplu, maşina de găurit şi alezat orizontală).

După forma elementului de susţinere a capului portsculă, maşinile de găurit verticale se clasifică în maşini de găurit cu coloană (fig. 7.66), maşini de găurit cu montant şi maşini de găurit cu coloană şi montant (fig. 7.67).

În ţara noastră s-au construit următoarele maşini de găurit:
— maşina de găurit de masă cu coloană tip G6, pînă la Ø6 mm;
— maşina de găurit de masă cu coloană tip G10, pînă la Ø 10 mm;
— maşina de găurit de masă cu coloană tip G 12,5, pînă la Ø 12,5 mm;
— maşina de găurit cu coloană şi montant tip G 16, pînă la Ø 16 mm;
— maşina de găurit cu montant tip G 25, pînă la Ø 25 mm;
— maşina de găurit cu montant tip G 40, pînă la Ø 40 mm.

Tipurile G 6 şi G 10 se fabrică în două variante:
— cu soclu metalic:
— fără soclu (ca maşină de masă).

Maşina de găurit G 10 este prevăzută cu un motor cu două trepte de turaţii şi cu o instalaţie pentru luminat locul de găurire.

Maşina de găurit G 16 are elemente comune şi asemănătoare cu maşinile de tipul G 25 şi G 45, în afară de coloană, care este cilindrică şi permite rotirea mesei cu 360°.

Maşinile de găurit G 25 şi G 45 sînt prevăzute cu batiuri cu ghidaje în coadă de rîndunică, fără posibilitatea de rotire a mesei.

În prezent se mai construiesc şi următoarele tipuri de maşini de găurit:

— maşina de găurit cu coloană GCO 20 pentru găuri cu diametre pînă la Ø 20 mm;

— maşina de găurit cu suport magnetic MGM 23 pentru găuri pînă la Ø 23 mm;

— maşina de găurit cu montant GM 40 pentru găuri pînă la Ø 40 mm;

— maşinile de găurit radiale: GR 40 pentru găuri pînă la Ø 40 mm, GR 50 (Ø = 50 mm), GR 55 (Ø = 55 mm), GR 63 (Ø = 63 mm) şi GR 70 (Ø = 70 mm).

Din grupa maşinilor de găurit mecanice fixe se descriu:

— **Maşina de găurit de masă (de banc).** Se foloseşte în ateliere mecanice, sculării sau în ateliere de întrebuinţare, la găurirea cu avans manual a pieselor mici. Uneori, aceste maşini sînt prevăzute şi cu dispozitiv de avans automat (mecanic). Diametrul maxim al burghiului este, de obicei, pînă la 6 mm şi mai rar pînă la 12 mm. Se fixează, de obicei, pe masa de lucru.

În figura 7.65 este arătată o maşină de găurit cu diametrul maxim de găurire de 12 mm. Maşina este acţionată de un motor de 0,75 kW, montat pe carcasa maşinii care, prin intermediul curelelor trapezoidale, antrenează arborele principal. Turaţia arborelui principal (563—3 850 rot/min) se poate schimba cu ajutorul conului în trepte, mutîndu-se cureaua de pe o treaptă pe alta. Carcasa se poate deplasa în sens vertical pe coloană, cu ajutorul unui şurub cu manivelă.

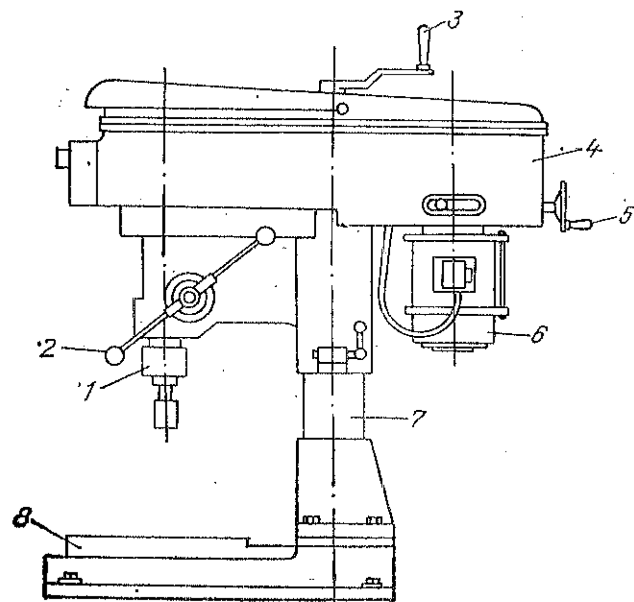


Fig. 7.65. Maşină de găurit de masă :
1 — arbore principal ; *2* — manetă pentru avans ; *3* — manivelă pentru deplasarea în sens vertical a carcasei ; *4* — carcasă ; *5* — roată de mînă pentru schimbarea turaţiilor ; *6* — motor ; *7* — coloană ; *8* — masă de lucru.

— **Maşina de găurit cu coloană.** Se utilizează pentru executarea găurilor de diametre relativ mari. Datorită secţiunii circulare a coloanei, masa rotitoare a maşinii poate fi deplasată astfel ca să se poată găuri piese aşezate direct pe placa de fundaţie. Mişcarea de avans se poate imprima burghiului cu mîna sau mecanic.

În figura 7.66 se arată o maşină de găurit cu coloană, pentru găuri cu diametre de 5 pînă la 25 mm, precum şi operaţii de alezare şi filetare a pieselor din oţel, fontă şi metale neferoase. Masa este rotativă în jurul coloanei şi deplasabilă vertical. Pe masă se pot prelucra piese cu înălţimea pînă la 650 mm ; pentru înălţimi mai mari, piesele se fixează pe placa de bază a maşinii. Maşina este acţionată de un motor de 1,7 kW, prin intermediul unei curele obţinîndu-se două game de turaţii (56—560 rot/min şi 224—2 240 rot/min). La partea superioară a coloanei se află carcasa în care sînt montate cutiile de viteze şi de avansuri. Carcasa se poate deplasa în sens vertical cu ajutorul unei cremaliere sau se poate roti în plan orizontal în jurul coloanei.

— **Maşina de găurit cu coloană şi montant** este o maşină de găurit fixă cu axa burghiului verticală. În figura 7.67 este arătată maşina de găurit, construită în ţară, pentru prelucrarea automată sau manuală a găurilor cu diametre pînă la 40 mm, în piese mici şi mijlocii.

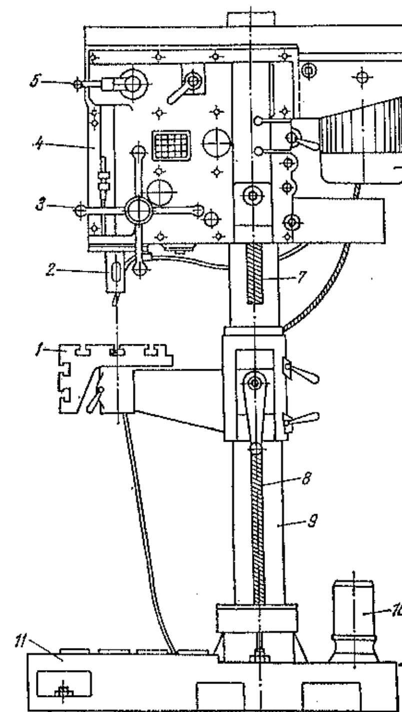


Fig. 7.66. Maşină de găurit cu coloană :
1 — masă rotativă de lucru ; *2* — arbore principal ; *3* — manetă pentru avans manual ; *4* — carcasă ; *5* — manetă pentru schimbarea vitezelor ; *6* — motor ; *7* şi 8 — cremaliere ; *9* — coloană ; *10* — pompă de răcire ; *11* — placă de bază.

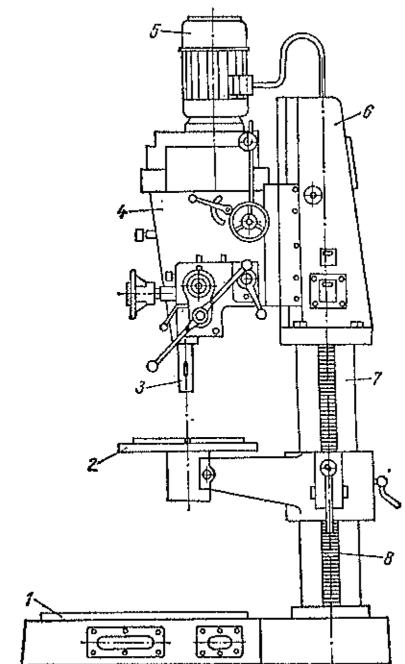


Fig. 7.67. Maşină de găurit cu coloană şi montant :
1 — placă de bază ; *2* — masă rotativă ; *3* — arbore principal ; *4* — carcasă cu cutie de viteze ; *5* — motor ; *6* — capul coloanei ; *7* — coloană ; *8* — cremalieră.

Găurirea pieselor mici se face pe masa rotativă, deplasabilă pe coloană cu ajutorul unei cremaliere. Pentru piesele mari cu înălţimea pînă la 1 070 mm, fixarea se face pe placa de bază. Adîncimea de găurire se controlează cu ajutorul unui tambur gradat.

Maşina este acţionată de un motor de 2,8 kW, care, printr-un cuplaj cu fricţiune, antrenează arborele principal prin intermediul cutiei de viteze. Electromotorul şi cutia de viteze sînt montate pe o sanie deplasabilă pe coloană.

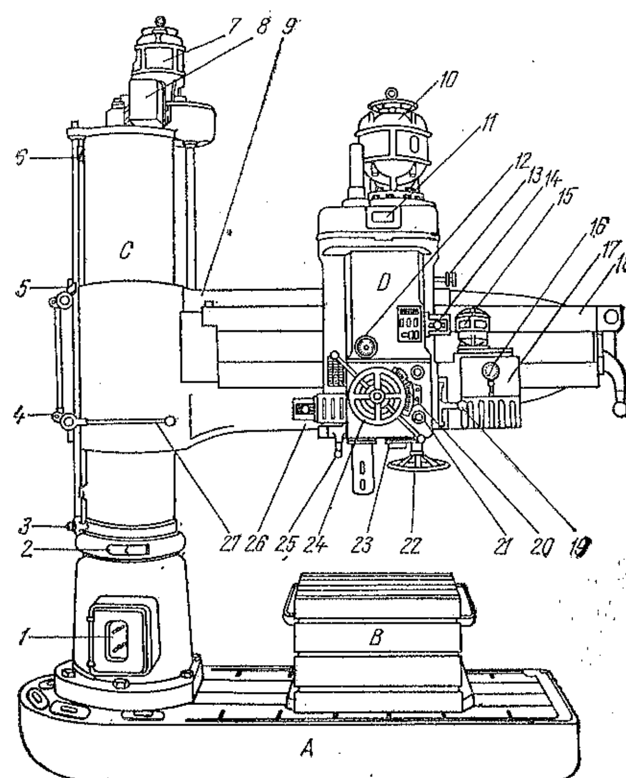


Fig. 7.68. Mașină de găurit radială :

A — soclu ; *B* — masă ; *C* — coloană ; *1* — tablou electric de comandă ; *2* — inel de prindere (acționat manual sau electric) ; *3* — întrerupător automat de fine de cursă verticală ; *4* și *5* — fixatori de braț ; *6* — întrerupător automat de fine de cursă ; *7* — motor de cursă verticală ; *8* — întrerupătorul cursei verticale ; *9* — braț ; *10* — motor pentru găurire ; *11* — vizor de mecanism ; *12* — tahometru ; *13* — pană cu rolă ; *14* — întrerupător de avans ; *15* — motor pentru deplasarea căruciorului ; *16* — ampermetru ; *17* — cutia mecanismului de deplasare ; *18* — glisieră ; *19* — pîrghie de cuplare pentru deplasare ; *20* — indicator de adîncime a găurii ; *21* — indicator de ulei ; *22* — roată de mînă pentru avansul burghiului ; *23* — întrerupător de avans ; *24* — roată de mînă pentru deplasarea laterală a căruciorului ; *25* — braț palier ; *26* — pîrghie de accelerație ; *27* — pîrghie de fixare a brațului.

Turația arborelui principal (85—850 rot/min) poate fi variată continuu, iar avansul burghiului se poate regla în patru trepte (0,18 — 0,48 mm/rot).

— **Mașina de găurit radială** (fig. 7.68) este caracterizată prin brațul oritontal care se poate roti în jurul unei coloane-suport și pe care braț se deplasează un cărucior cu arborele principal port-burghiu ; avansul burghiului este manual sau mecanic. Ea folosește la găurirea pieselor de dimensiuni mari sau cu greutăți mari.

— **Mașina de găurit multiplă** (fig. 7.68) este o mașină de găurit fixă, care are un soclu, un batiu, o masă deplasabilă în sus și în jos și mai multe coloane prevăzute fiecare cu cîte un arbore portburghiu. În general arborii portburghiu sînt acționați individual de către un electromotor ; uneori aceștia sînt antrenați de la același arbore de transmisie. Mașina de găurit multiplă se folosește de obicei la prelucrarea pieselor de mare serie ; în cursul unei operații, acestea se găuresc cu mai multe burghie de diametre diferite ; burghiele se fixează în arborii portsculă în ordinea în care trebuie executate operațiile de găurit.

— **Mașina de găurit multiax.** Se folosește aproape exclusiv la fabricația în serie a unor piese cu mai multe găuri, care pot fi executate concomitent (de exemplu, blocuri de motoare). În acest scop, mașina de găurit este prevăzută cu unul sau mai multe batiuri pe care se montează cîte un cap cu mai multe axe portburghie, acționate în comun prin legături cardanice sau angrenaje de roți dințate.

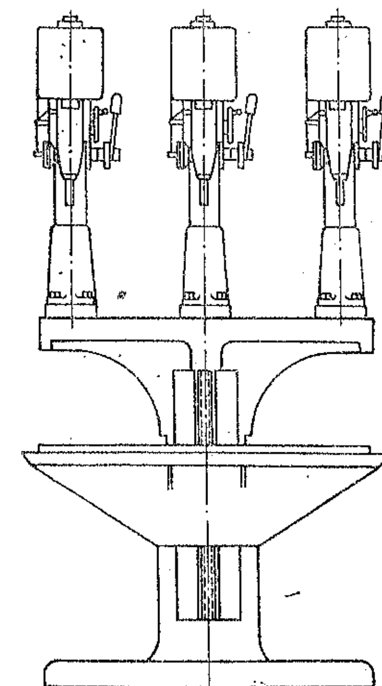


Fig. 7.69.

3.5. ZENCUIREA

3.5.1. **Generalități.** Zencuirea este operația de așchiere executată mecanic (de exemplu, la strunguri, mașini de găurit) pentru prelucrarea unor găuri existente într-o piesă, cu ajutorul diferitelor tipuri de zencuitoare (de exemplu, lărgitor, teșitor, lamator etc.).

3.5.2. **Operații de zencuire.** După rezultatul urmărit deosebim următoarele operații de zencuire : lărgire, adîncire, teșire, lamare și centrare.

3.5.2.1. *Lărgirea.* Lărgirea este prelucrarea de așchiere executată de obicei la strung sau la mașina de găurit cu ajutorul unui lărgitor (zencuitor cilindric) pentru mărirea secțiunii unei găuri existente (fie dintr-o pregăurire cu burghiul, fie prin turnare sau matrițare), în scopul de a se da acestei găuri o formă geometrică mai regulată, o calitate mai bună a suprafeței și o precizie dimensională mai înaltă.

Uneori, lărgirea se face cu burghie ; astfel, la prelucrarea găurilor mari din plin, burghierea nu se face dintr-o singură trecere, ci prin lărgirea treptată cu ajutorul burghielor cu diametre din ce în ce mai mari.

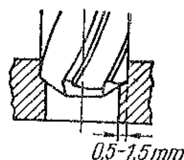
Lărgirea este de obicei o operație intermediară între găurire prin burghiere și alezare ; ea poate fi o operație de eboșare (preliminară) sau de finisare. Adaosurile pentru lărgire se lasă aproximativ de 1/8 din diametrul găurii, adică 2—3 mm pentru diametre de 10—25 mm și 3—6 mm pentru diametre de 25—50 mm.

Adîncimea de aşchiere (fig. 7.70) se ia 0,5—1,5 mm, crescînd cu diametrul lărgitorului. Cînd lărgirea se face cu burghiul, adîncimea de aşchiere trebuie să fie de minimum 5 mm pentru a se evita ruperea colţurilor burghiului.

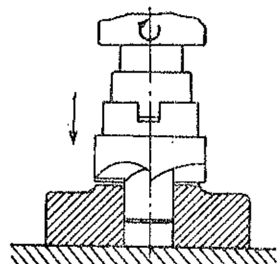
3.5.2.2. *Adîncirea*. Adîncirea este prelucrarea prin aşchiere executată, în general, la maşina de găurit sau la strung, pentru formarea la extremitatea unei găuri cilindrice a unui locaş coaxial cilindric (fig 7.71, *b*) cu ajutorul unui adîncitor. Prelucrarea locaşurilor tronconice se numeşte teşire şi se execută cu un teşitor (fig. 7.71, *a*).

Această operaţie se foloseşte de obicei la formarea locaşurilor pentru îngroparea sub nivelul sau la nivelul suprafeţei piesei a capului şuruburilor cu cap înecat.

3.5.2.3. *Lamarea*. Lamarea este prelucrarea prin aşchiere executată, în general, la maşina de găurit, maşina de frezat sau strung, pentru obţinerea unei suprafeţe plane perpendiculare pe axa unei găuri (fig. 7.72), cu ajutorul unui lamator. Asemenea suprafeţe lamate se



← Fig. 7.70.


← Fig. 7.72.

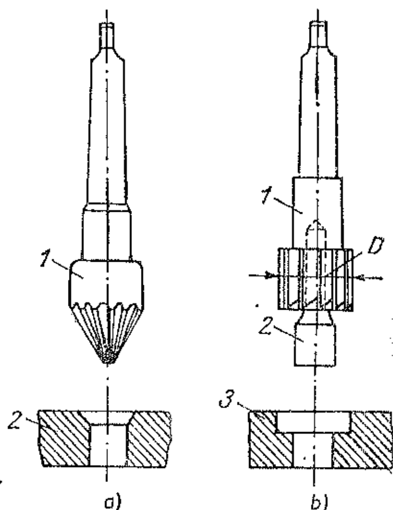


Fig. 7.71. →

execută, de exemplu, în jurul găurii pentru aşezarea corectă a unei piuliţe, a unui cap de şurub etc.

3.5.2.4. **Centruirea.** Centruirea este prelucrarea de aşchiere executată de obicei la maşini (de exemplu, la strunguri), cu ajutorul burghielor (teşitorilor) de centruire, pentru a se obţine pe feţele frontale ale pieselor găuri de centrare pe o anumită axă.

Dimensiunile găurilor de centrare pentru piese prelucrate sînt arătate, după STAS 1361-73, în tabela 7.31.

Găurile de centrare, de uz general, în construcţiile de maşini sînt de patru forme (tabela 7.31):

— forma A, fără con de protecţie (fig. 1, tabela 7.31);
— forma B, cu con de protecţie (fig. 2);
— forma C, cu degajare pentru finisarea frontală ulterioară a pieselor centruite (fig. 3);
— forma R, cu rază (fig. 4).

Mărimea găurii de centrare se alege ţinînd seama de diametrul exterior al piesei prelucrate în care se va executa gaura de centrare, de masa piesei respective, precum şi de forţele de aşchiere (în funcţie de secţiunea aşchiei şi de materialul prelucrat).

Orientativ, pentru piese cilindrice (arbori) prelucrate în condiţii tehnologice uşoare sau medii, diametrul d al găurii de centrare, în funcţie de diametrul exterior D_0 al piesei prelucrate, se alege astfel:

— pentru $D_0 = 2...6$ mm, se ia $d = 0{,}5$; 0,63; 0,8 mm;
— pentru D_0 peste 6...16 mm, se ia $d = 1$; 1,25 mm;
— pentru D_0 peste 16...32 mm, se ia $d = 1{,}6$; 2 mm;
— pentru D_0 peste 32...56 mm, se ia $d = 2{,}5$; 3,15 mm;
— pentru D_0 peste 56...80 mm, se ia $d = 4$; 5 mm;
— pentru D_0 peste 80...120 mm, se ia $d = 6{,}3$; 8 mm;
— pentru D_0 peste 120 mm, se ia $d = 10$ mm.

Găurile de centrare de formele A, B şi R se execută cu burghie de centruire conform STAS 1114-73. Găurile de centrare forma C se execută prin operaţii succesive sau cu scule combinate.

Rugozitatea maximă a găurii de centrare se ia $R_a = 3{,}2$ μm; rugozităţile mai mici se înscriu pe desen.

Indicarea găurilor de centrare în desene, precum şi a rugozităţii părţii conice a acestora, atunci cînd $R_a < 3{,}2$ μm, se va face conform exemplelor din tabela 4 din STAS 1361-73.

Exemplu de notare a unei găuri de centrare de forma A, cu $d = 4$ mm; Gaură de centrare A4 STAS 1361-73.

3.5.3. **Regim de aşchiere.** Avansurile pentru lărgirea găurilor cu ajutorul burghielor se iau de 1,2—2 ori mai mari decît la găurirea în plin, datorită adîncimii de aşchiere mai mici. În tabela 7.32 sînt arătate avansurile mecanice pentru burghie din oţel rapid.

Pentru operaţiile de lărgire a găurilor cu ajutorul adîncitoarelor, avansurile sînt date în tabela 7.33. Valorile maxime se aleg în cazul lărgirii fără toleranţă a găurilor turnate sau forjate, care după burghiere şi lărgire urmează a fi alezate de două ori. Valorile medii se aleg în cazul lărgirii pentru filetare a găurilor turnate sau forjate sau a lărgirii găurilor date cu burghiul şi care urmează a fi alezate o singură dată. Valorile mici se folosesc la lărgirea găurilor turnate sau forjate care urmează a fi finisate prin alezare.

Tabela 7.31. **Găuri de centrare (STAS 1361-73)**

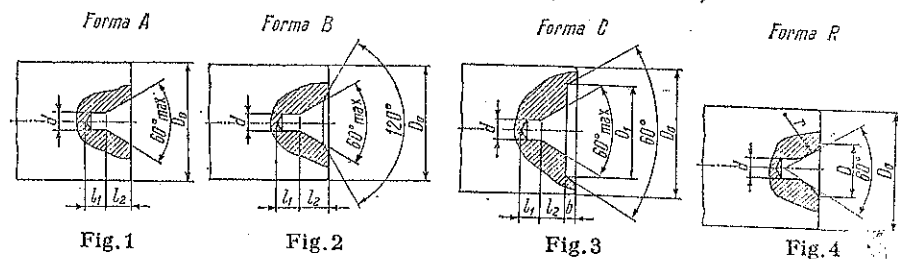


Fig. 1 Fig. 2 Fig. 3 Fig. 4

Dimensiunile în mm

d	Forma A l_1 min.	Forma A l_2	Forma B l_1 min.	Forma B l_2	d	Forma C l_1 min.	Forma C l_2	Forma C b	Forma C D_1	Forma R D	Forma R r min.	Forma R r max.
(0,5)	0,8	0,48	—	—	1	1,3	0,97	0,6	5	2,12	2,5	3,15
(0,63)	0,9	0,60	—	—	(1,25)	1,6	1,21	0,6	6	2,65	3,15	4
(0,8)	1,1	0,78	—	—	1,6	2	1,52	0,9	7	3,35	4	5
1,0	1,3	1,97	1,3	1,27	2	2,5	1,95	0,9	8,5	4,25	5	6,3
(1,25)	1,6	1,21	1,6	1,60	2,5	3,1	2,42	1,1	10	5,3	6,3	8
1,6	2,0	1,52	2,0	1,99	3,15	3,9	3,07	1,7	13	6,7	8	10
2,0	2,5	1,95	2,5	2,54	4	5	3,90	1,7	16,5	8,5	10	12,5
2,5	3,1	2,42	3,1	3,20	(5)	6,3	4,85	2,3	20,5	10,6	12,5	16
3,15	3,9	3,07	3,9	4,03	6,3	8	5,98	2,9	25	13,2	16	20
4,0	5,0	3,90	5,0	5,05	(8)	10,1	7,79	3,5	30	17	20	25
(5,0)	6,3	4,85	6,3	6,41	10	12,8	9,70	4,3	36	21,2	25	31,5
6,3	8,0	5,98	8,0	7,36								
(8,0)	10,1	7,79	10,1	9,35								
10,0	12,8	9,70	12,81	11,66								

Observaţie. Găurile de centrare cu mărimea diametrului *d* între paranteze se vor evita pe cît posibil.

Tabela 7.32. **Avansuri mecanice pentru lărgire cu burghie**

Diametrul final D, mm	Diametrul iniţial d, mm	Oţel cu σ_r, kgf/mm² ≤60	Oţel cu σ_r, kgf/mm² 60—90	Oţel cu σ_r, kgf/mm² >90	Fontă cenuşie, cu HB <170	Fontă cenuşie, cu HB ≥170
		Avansul s, mm/rot				
25	10—15	0,35—0,80	0,25—0,70	0,20—0,60	0,50—0,90	0,40—0,80
30	10—20	0,40—0,80	0,30—0,80	0,25—0,70	0,60—1,20	0,40—0,90
40	15—30	0,45—1,00	0,35—0,90	0,30—0,80	0,70—1,40	0,50—1,00
50	20—40	0,50—1,10	0,40—1,00	0,30—0,90	0,75—1,50	0,50—1,10

Observaţie: La prelucrarea metalelor neferoase moi, se iau valorile din coloana (6 >170) majorate cu 20...30%.

Tabela 7.33. **Avansuri şi viteze de aşchiere pentru lărgire cu adîncitoare**

Materialul de prelucrat	Avans s, mm/rot	Viteza de aşchiere v, m/min
Oţel cu σ_r = 30—50 kgf/mm²	0,20—0,70	12—15
Oţel cu σ_r = 50—60 kgf/mm²	0,20—0,70	15—18
Oţel cu σ_r = 60—80 kgf/mm²	0,20—0,70	12—15
Oţel cu σ_r = 80—100 kgf/mm²	0,20—0,70	6—10
Fontă cu HB = 200	0,20—0,70	8—10
Fontă cu HB = 300...400	0,20—0,70	6— 8
Bronz	0,20—0,70	6—10
Alamă	0,20—0,70	10—20
Aliaje de aluminiu	0,50—2,00	30—50

Vitezele de aşchiere la operaţiile de lărgire, cu ajutorul burghielor, sînt cu puţin mai mari decît cele indicate la operaţiile de burghiere. Pentru cazul folosirii adîncitoarelor din oţel rapid, vitezele de aşchiere sînt cele arătate în tabela 7.33.

3.6. ALEZAREA

3.6.1. Generalităţi. Alezarea este prelucrarea de aşchiere executată manual sau mecanic (la maşini de alezat, maşini de găurit, strunguri normale) cu ajutorul alezoarelor sau cuţitelor de strung, pentru îmbunătăţirea formei geometrice, a netezimii şi a preciziei dimensiunilor unei suprafeţe interioare cilindrice sau conice.

În general, atît la alezarea manuală cît la cea mecanizată, piesa stă nemişcată, iar sculele de alezare execută mişcarea principală de rotaţie şi mişcarea de avans.

Alezarea poate fi de eboşare (preliminară) sau de finisare. Valorile medii ale adaosului pentru alezarea de eboşare se iau de 0,25—0,5 mm din diametru şi de 0,05 — 0,15 mm din diametru pentru alezarea de finisare, în funcţie de dimensiunea diametrului găurilor (de 5—80 mm).

Alezoarele se folosesc, în general, pentru găuri cu diametre mici, deoarece pentru diametre mari costul alezorului este foarte ridicat. Pentru alezaje mai mari se folosesc cuţitele.

3.6.2. Regim de aşchiere. Avansurile pentru operaţiile de alezare sînt indicate în tabela 7.34. Valorile maxime se aleg pentru alezarea de eboşare (preliminară). Valori-

Tabela 7.34. **Avansuri şi viteze de aşchiere pentru alezare**

Material	Avans s, mm/rot	Viteza de aşchiere v, m/min, pînă la
Oţel cu σ_r = 35—50 kgf/mm²	0,20—0,80	10
Oţel cu σ_r = 50—60 kgf/mm²	0,20—0,80	12
Oţel cu σ_r = 60—80 kgf/mm²	0,20—0,80	8
Oţel cu σ_r = 80—100 kgf/mm²	0,20—0,80	6
Fontă cu HB = 200	0,20—1 00	10
Fontă cu HB = 200—400	0,20—1,00	6
Bronz	0,20—0,80	10
Alamă	0,20—1,00	16
Aliaje de aluminiu	0,50—2,00	30

le medii se iau pentru alezarea de finisare. Valorile minime se aleg pentru finisarea alezajelor care urmează a fi supuse ulterior unei operaţii de rectificare sau de honuire.

Vitezele de aşchiere la alezare cu scule din oţel rapid sînt indicate în aceeaşi tabelă, atît pentru materialele feroase, cît şi pentru unele neferoase; dacă se folosesc scule din oţel carbon, valorile din tabelă se reduc la jumătate.

3.6.3. **Maşini de alezat.** 3.6.3.1. *Generalităţi.* Pentru găurile de diametre relativ mari, neputîndu-se folosi alezoarele, operaţia de alezare se efectuează la maşinile de alezat, cu ajutorul cuţitelor fixate în capetele sau arborii port-scule.

3.6.3.2. *Clasificare şi descriere.* După poziţia arborelui principal, maşinile de alezat se clasifică în *maşini de alezat vertical* şi *maşini de alezat orizontal.*

— **Maşina de alezat vertical** (fig. 7.73). La această maşină se execută de obicei numai operaţii de alezare pentru piese de mărime mijlogie (de exemplu, cilindri de motoare cu explozie, cilindri de frînă la vehicule de cale ferată).

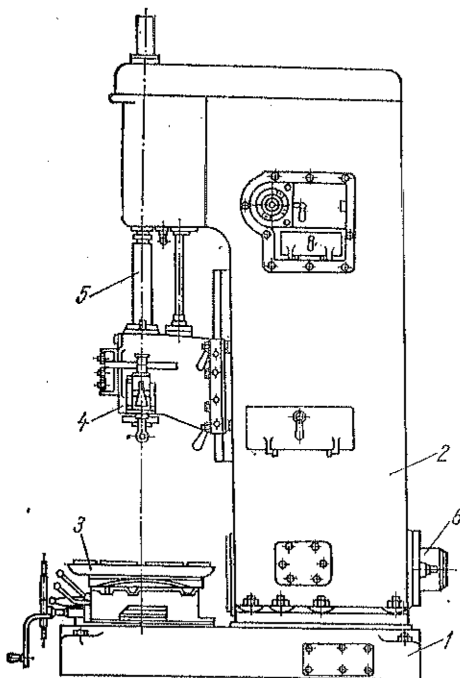


Fig. 7.73. Maşină de alezat vertical: *1* — soclu; *2* — batiu; *3* — masă; *4* — cărucior; *5* — arbore principal; *5* — motor.

Piesa fixată pe masa maşinii rămîne imobilă în timpul lucrului. Cuţitele din oţel rapid sau cu plăcuţe din aliaj dur sînt fixate în capul port-sculă pe arborele principal care execută mişcarea principală de rotaţie şi mişcarea de avans. Pentru asigurarea preciziei prelucrării, arborele principal este ghidat în lagăre lungi: el se deplasează vertical în ambele sensuri cu ajutorul unui cărucior cu avans automat.

— **Maşina de alezat orizontal** (fig. 7.74), numită şi maşină de alezat şi frezat orizontal, se foloseşte de obicei pentru operaţii multiple, ca: găurire, alezare, frezare, strunjire plană, filetare.

Arborele principal se poate roti independent sau cuplat cu platoul astfel că este posibilă executarea simultană a operaţiilor

de găurire şi strunjire plană. Mişcările de rotaţie ale arborelui şi platoului, ca şi toate mişcările de avans, sînt acţionate de un singur motor electric, prin intermediul a trei cutii de viteze. Schimbarea

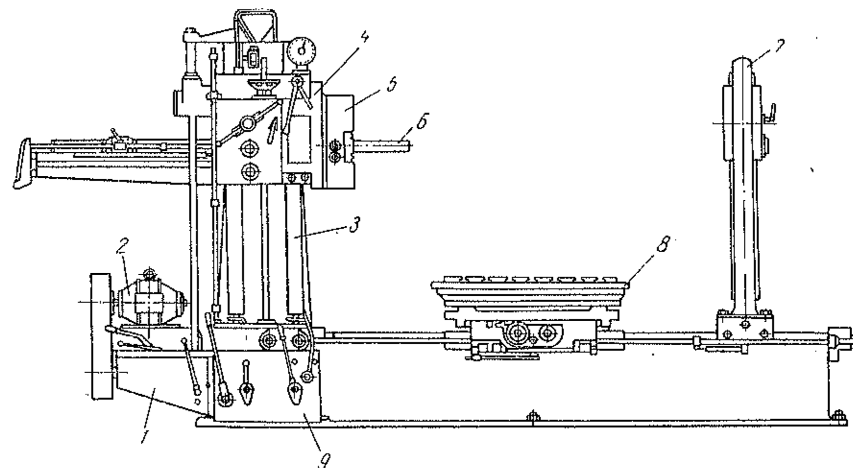


Fig. 7.74. Maşină de alezat orizontal: *1* — soclu; *2* — motor; *3* — coloană; *4* — cutie de antrenare a arborelui port-scule; *5* — platou; *6* — arbore port-sculă; *7* — coloană suport deplasabilă; *8* — masă; *9* — cutie de antrenare.

turaţiilor arborelui principal şi platoului, cum şi a avansurilor mesei şi păpuşii, se face cu roţi dinţate baladoare, acţionate prin manete.

Masa maşinii are trei mişcări: longitudinală, transversală şi rotativă. Pentru citirea deplasării axiale a arborelui principal, a deplasării căruciorului în sus şi în jos şi a deplasării meselor, sînt prevăzute lineale gradate, cu verniere.

În prezent, în ţara noastră, se fabrică o serie de maşini de alezat şi frezat orizontal de tip AF şi tip AFM, cu caracteristici tehnice şi constructive la nivelul maşinilor moderne, asigurînd astfel o mare precizie de prelucrare şi productivitate ridicată. Maşinile tip AF sînt cu montant fix şi cu masă rotativă, iar cele de tip AFM, cu montant mobil şi masă fixă.

Caracteristicile tehnice ale acestor maşini sînt următoarele:

— tipul AF 85 are diametrul arborelui de alezare (d) de 85 mm, conul arborelui de alezare (K) Morse 5, diametrul platoului (D) de 500 mm, cursa axială a arborelui de alezat (L) 700 mm, cursa longitudinală a mesei (L_1) de 1 250 mm, cursa transversală a mesei (L_2) de 900 mm, dimensiunile mesei ($a \times b$) de 900 $\times$ 1 100 mm^2 şi greutatea maşinii (G) de 11 000 kg;

— tipul AF 100 are: $d = 100$ mm; K = Morse; $D = 550$ mm; $L = 800$ mm; $L_1 = 1\,250$ mm; $L_2 = 1\,250$ mm; $a \times b = 1\,100 \times 1\,400$ mm²; $G = 16\,000$ kg;

— tipul AF 125 are: $d = 125$ mm; K = Morse 6; $D = 750$ mm; $L = 1\,000$ mm; $L_1 = 2\,000$ mm; $L_2 = 1\,500$ mm; $a \times b = 1\,500 \times 1\,800$ mm²; $G = 33\,000$ kg;

— tipul AF 150 are: $d = 150$ mm; K = Metric 50; $D = 750$ mm; $L = 1\,000$ mm; $L_1 = 1\,500$ mm; $a \times b = 2\,200 \times 2\,500$ mm²; $G = 28\,500$ kg.

— tipul AFM 150 cu diametrul arborelui de alezat $d = 150$ mm.

La Întreprinderea Maşini-Unelte Bacău se mai construiesc şi următoarele tipuri de maşini de alezat şi frezat:

AF 63-2 cu diametrul arborelui de alezat $d = 63$ mm;

AF 80-2 cu diametrul arborelui de alezat $d = 80$ mm.

3.7. FILETAREA

3.7.1. Generalităţi. Filetarea prin aşchiere este prelucrarea executată manual sau mecanic (la strung, maşină de găurit, maşină de filetat, maşină de frezat filet), cu ajutorul unei scule de filetat (cuţit de filet, pieptene de filet, tarod, filieră), pentru obţinerea unui filet pe suprafaţa exterioară sau interioară a unei piese.

3.7.2. Procedee de filetare. 3.7.2.1. *Filetarea manuală.* Filetarea manuală exterioară sau interioară se realizează prin antrenarea cu mîna a filierelor şi tarozilor, cărora li se imprimă atît mişcarea principală de rotaţie cît şi mişcarea de avans, şi prin menţinerea fixă a piesei care se filetează.

Filetarea găurilor se face cu ajutorul tarozilor în operaţii succesive de degroşare şi de netezire, cu ajutorul a două sau trei serii de tarozi cilindrici de diametre diferite sau cu un singur tarod conic.

Filetarea exterioară se execută cu ajutorul filierelor; acestea primesc manual mişcarea principală de rotaţie şi mişcarea de avans, în timp ce piesa este fixă.

La începerea prelucrării trebuie observat ca tarozii să fie coaxiali cu găurile în care se introduc; la fel filierele trebuie să fie coaxiale cu tijele care se filetează.

Deoarece, la tăierea filetului exterior şi interior în materiale tenace, se produce o supraînălţare a spirelor, pentru evitarea înţepenirii tarozilor şi filierelor, este necesar ca diametrul tijei care se filetează (respectiv diametrul găurii care se filetează) să fie cu ceva mai mic decît diametrul exterior (respectiv interior) al filetului.

Diametrul găurii care urmează a fi filetată este funcţie de valoarea diametrului sculei, de parametrii geometrici ai părţii aşchietoare realizaţi prin ascuţire şi de alte condiţii tehnologice, de exemplu, de precizia maşinii-unelte, răcirea şi ungerea în timpul aşchierii etc.

Diametrul interior al filetului tarodat este funcţie de diametrul găurii prelucrate înainte de tarodare, de parametrii geometrici ai părţii de atac a tarodului şi de felul materialului prelucrat.

În scopul uşurării operaţiei de tarodare şi micşorării pericolului de rupere a tarodului, diametrul găurii, înainte de filetare, trebuie să fie cît mai mare posibil, rămînînd însă în limita maximă a diametrului interior al filetului piuliţei.

Pentru găurile care urmează a fi filetate cu filet metric cu profil ISO, cu diametrele nominale între 1 mm şi 48 mm, în tabela 7.35 sînt arătate după STAS R 584/1-69 valorile recomandate ale diametrelor sculelor folosite la executarea găurilor.

Valorile diametrelor sculelor cuprinse în această tabelă sînt calculate după relaţia: *diametrul sculei este egal cu diametrul nominal al filetului minus pasul filetului.*

Tabela 7.35. **Diametrele sculelor pentru găuri care urmează a fi filetate (STAS R 584/1-69)**

Filetul piuliţei		Φ sculă	Filetul piuliţei		Φ sculă	Filetul piuliţei		Φ sculă	Filetul piuliţei		Φ sculă	Filetul piuliţei		Φ sculă
Φ nominal	Pasul p		Φ nominal	Pasul p		Φ nominal	Pasul p		Φ nominal	Pasul p		Φ nominal	Pasul p	
1,0	0,2	0,8	6,0	1,0	5,0	14	1,5	12,5	24	1,5	22,5	36	1,5	34,5
	0,25	0,75	7,0	0,5	6,5		2,0	12,0		2,0	22,0		2,0	34,0
1,1	0,2	0,9		0,75	6,2	15	1,0	14,0		3,0	21,0		3,0	33,0
	0,25	0,85		1,0	6,0		1,5	13,5	25	1,0	24,0		4,0	32,0
1,2	0,2	1,0	8,0	0,5	7,5	16	0,5	15,5		1,5	23,5	38	1,5	36,5
	0,25	0,95		0,75	7,2		0,75	15,2		2,0	23,0	39	1,0	38,0
1,4	0,2	1,2		1,0	7,0		1,0	15,0	26	1,5	24,5		1,5	37,5
	0,3	1,1		1,25	6,8		1,5	14,5	27	0,75	26,2		2,0	37,0
1,6	0,2	1,4	9,0	0,5	8,5		2,0	14,0		1,0	26,0		3,0	36,0
	0,35	1,25		0,75	8,2	17	1,0	16,0		1,5	25,5		4,0	35,0
1,8	0,2	1,6		1,0	8,0		1,5	15,5		2,0	25,0	40	1,5	38,5
	0,35	1,45		1,25	7,8	18	0,5	17,5		3,0	24,0		2,0	38,0
2,0	0,25	1,75		0,5	9,5		0,75	17,2	28	1,0	27,0		3,0	37,0
	0,4	1,6		0,75	9,2		1,0	17,0		1,5	26,5		1,0	41,0

Tabela 7.35 (continuare)

Filetul piuliţei Φ nominal	Filetul piuliţei Pasul p	Φ sculă	Filetul piuliţei Φ nominal	Filetul piuliţei Pasul p	Φ sculă	Filetul piuliţei Φ nominal	Filetul piuliţei Pasul p	Φ sculă	Filetul piuliţei Φ nominal	Filetul piuliţei Pasul p	Φ sculă	Filetul piuliţei Φ nominal	Filetul piuliţei Pasul p	Φ sculă
2,2	0,25	1,95	10	1,0	9,0	18	1,5	16,5		2,0	26,0	42	1,5	40,5
	0,45	1,75		1,25	8,8		2,0	16,0	30	0,75	29,2		2,0	40,0
2,5	0,35	2,15		1,5	8,5		2,5	15,5		1,0	29,0		3,0	39,0
	0,45	2,05	11	0,5	10,5	20	0,5	19,5		1,5	28,5		4,0	38,0
3,0	0,35	2,65		0,75	10,2		0,75	19,2		2,0	28,0		4,5	37,5
	0,5	2,5		1,0	10,0		1,0	19,0		3,0	27,0	45	1,0	44,0
3,5	0,35	3,15		1,5	9,5		1,5	18,5		3,5	26,5		1,5	43,5
	0,6	2,9	12	0,5	11,5		2,0	18,0	32	1,5	30,5		2,0	43,0
4,0	0,5	3,5		0,75	11,2		2,5	17,5		2,0	30,0		3,0	42,0
	0,7	3,3		1,0	11,0	22	0,5	21,5	33	0,75	32,2		4,0	41,0
4,5	0,5	4,0		1,25	10,8		0,75	21,2		1,0	32,0		4,5	40,5
	0,75	3,7		1,5	10,5		1,0	21,0		1,5	31,5	48	1,0	47,0
5,0	0,5	4,5		1,75	10,2		1,5	20,5		2,0	31,0		1,5	46,5
	0,8	4,2	14	0,5	13,5		2,0	20,0		3,0	30,0		2,0	46,0
5,5	0,5	5,0		0,75	13,2		2,5	19,5		3,5	29,5		3,0	45,0
6,0	0,5	5,5		1,0	13,0	24	0,75	23,2	35	1,5	33,5		4,0	41,0
	0,75	5,2		1,25	12,8		1,0	23,0	36	1,0	35,0		5,0	43,0

3.7.2.2. *Filetarea mecanică.* Filetarea mecanică se diferenţiază de cea manuală prin faptul că mişcările de rotaţie şi de avans care se imprimă sculei sau piesei se realizează prin mecanismele de antrenare ale diferitelor maşini-unelte.

După felul maşinii-unelte, folosite în acest scop, deosebim : filetare la strung, filetare la maşina de găurit, filetare prin frezare, filetare prin rectificare, filetare prin broşare etc.

a. **Filetarea la strung** se poate realiza fie cu ajutorul cuţitelor, fie cu ajutorul tarozilor (filetare interioară) şi a filierelor (filetare exterioară).

— *Filetarea cu cuţitul* se obţine prin reproducerea directă sau indirectă a unui filet existent cu ajutorul unei scule de filetat (cuţit de filetat, cuţit pieptene). Filetarea prin reproducere indirectă se execută la strungurile normale prevăzute cu cutie de viteze, cutie de avansuri şi şurub conducător ; acesta este sistemul de filetare folosit în mod curent în toate atelierele mecanice. Filetarea prin reproducere directă se execută de obicei cu ajutorul unor strunguri-revolver care sînt prevăzute cu un dispozitiv special ca cel indicat în fig. 7.75.

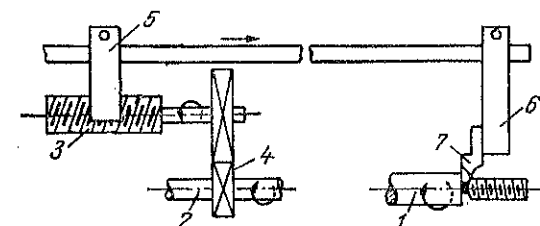


Fig. 7.75. Filetele prin reproducere directă:
1 — piesă de filetat; *2* — arbore principal al unui strung-revolver; *3* — şurub cu filetul de reprodus; *4* — angrenaj cu raport de transmitere constantă; *5* — falcă de cuplare cu şurubul *3*; *6* — suport port-cuţit; *7* — cuţit de filetat.

Filetul tăiat se obţine în ambele cazuri prin mai multe treceri; după fiecare trecere, cuţitul primeşte un avans transversal.

— *Filetarea cu tarodul.* La acest procedeu de filetare interioară, piesa fixată în universal execută mişcarea principală de rotaţie, iar tarodul, cu coada fixată în pinola păpuşii mobile execută mişcarea de avans. Pentru evitarea gripării tarozilor, găurile care se filetează se execută cu diametre ceva mai mari, conform indicaţiilor din tabela 7.35.

— *Filetarea cu filiere* se foloseşte la executarea filetelor exterioare. Piesa de filetat, fixată în universal, execută mişcarea principală de rotaţie; filiera, fixată cu ajutorul port-filierei în pinola păpuşii mobile, execută mişcarea de avans.

b. **Filetarea la maşina de găurit** constă, în general, din filetarea interioară a pieselor, cu tarozi fixaţi prin dispozitive de prindere la arborele principal al maşinii-unelte. Tarozii execută atît mişcarea principală de rotaţie cît şi mişcarea de avans, iar piesa de filetat stă fixă pe masa maşinii de găurit.

Pentru filetarea găurilor cu fund se recomandă ca dispozitiv de prindere a tarozilor, mandrinele autodecuplabile la suprasarcini (fig. 7.76).

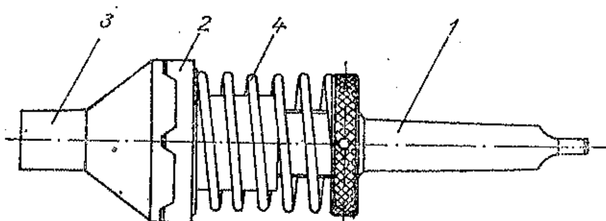


Fig. 7.76. Mandrină autodecuplabilă:
1 — corpul mandrinei; 2 — bucșă de ghidare; 3 — bucșă de ghidare a tarodului; 4 — arc.

c. **Filetarea prin frezare.** Frezarea filetului exterior sau interior se execută cu freze-disc sau cu freze cilindrice cu mai multe profile.

La filetarea cu freze-disc, cu un singur profil, freza se rotește în sens invers față de sensul de rotație al piesei și este înclinată față de axa piesei filetate cu un unghi α egal cu înclinarea filetului (fig. 7.77). Prin acest procedeu secțiunea filetului este deformată, dacă unghiul flancurilor este sub 10°. Frezarea filetului cu freze-disc cu un singur profil se folosește atît pentru filete lungi, cît și pentru filete scurte interioare și exterioare. Filetele scurte se frezează de obicei cu ajutorul frezelor cilindrice la mașini-unelte speciale. Axele piesei și ale frezei sînt paralele. Freza care se rotește în același sens cu piesa (pentru filete exterioare), primește o mișcare de avans transversal (pe circa o șesime de rotație a piesei) pînă ce atinge adîncimea filetului și, apoi, un avans longitudinal egal cu pasul filetului, în timp ce piesa execută o rotație completă (fig. 7.78). La aceste freze, canalele longitudinale și deci tăișurile sînt de obicei paralele cu axa sculei și numai rareori înclinate. Pentru filetele exterioare, frezele se construiesc cu diametre de 45—75 mm, iar pentru filetul interior frezele (cu diametre de 15—40 mm) se aleg cu diametrul de 0,50 sau 0,75 din diametrul filetului care se frezează.

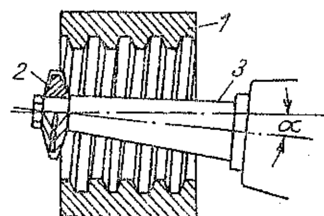


Fig. 7.77. Filetare interioară cu freză-disc:
1 — piesă de filetat; 2 — freză-disc; 3 — axul frezei.

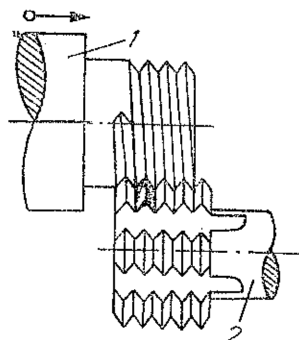


Fig. 7.78. Filetare exterioară cu freză-pieptene:
1 — piesă de filetat; 2 — freză-pieptene cu coadă.

d. **Filetarea prin rectificare** Se utilizează la rectificarea pieselor filetate călite, de precizie, (de exemplu, tarozi, calibre de filet etc.) sau la tăierea filetului de semifabricate cilindrice, călite, de diametre mici (de exemplu, tarozi), cu ajutorul discurilor abrazive.

Prelucrarea se realizează cu un disc cu un singur profil sau cu mai multe profile. În primul caz, discul 1 este înclinat față de axa filetului și execută mișcarea principală de rotație, în timp ce piesa 2 execută mișcările auxiliare de rotație și de avans (fig. 7.79, *a*). În al doilea caz, discul cu mai multe profile, avînd axa paralelă cu axa piesei

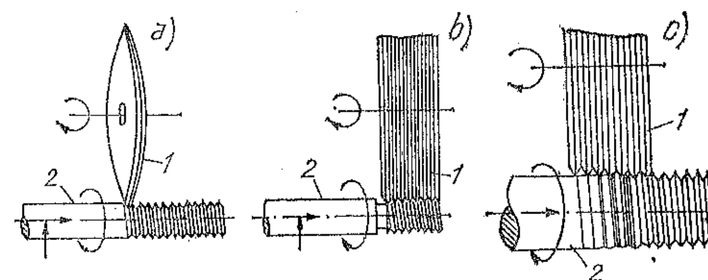


Fig. 7.79.

(fig. 7.79, *b*), execută un avans transversal egal cu pasul filetului și o mișcare de rotație de 360°. Acest procedeu de filetare, deși mai puțin precis decît primul, este folosit pentru piese în serie. O prelucrare mai precisă se realizează cu un disc abraziv cu mai multe profile, avînd axa paralelă cu axa piesei și muchiile înscrise într-un trunchi de con. Discul execută mișcarea principală de rotație, iar piesa o mișcare de rotație și de avans longitudinal (fig. 7.79, *c*).

3.7.3. **Regim de așchiere.** Oricare ar fi procedeul de prelucrare al filetului, avansul este egal cu pasul filetului.

Vitezele de așchiere pentru operația de filetare la mașinile-unelte cu ajutorul tarozilor și filierelor sînt indicate în tabela 7.36. Pentru filetare la strung, vitezele de așchiere sînt arătate în tabela 7.37.

Tabela 7.36. **Viteze de așchiere pentru filetarea mecanică cu tarozi și filiere**

Materialul piesei de filetat	Diametrul filetului, mm		
	pînă la 3	3 — 10	peste 10
	Viteza de așchiere v, m/min		
Fontă și oțel moale	2—3	3—5	6—8
Fontă și oțel dur	1,5—2	2—3	3—5
Bronz și alamă	4—7	8—10	10—15

Tabela 7.37. **Viteze de așchiere pentru filetare la strung, m/min**

Materialul piesei de filetat	Calitatea	Viteza de așchiere v
Oțel cu σ_r, kgf/mm²	40	6
	60	5
	80	4
	90	3
Fontă dură	moale	5
	semidură	4
	dură	3
Fontă maleabilă	moale	5
	semidură	4
	dură	3
Alamă, aluminiu	moale	12
	semidură	10
	dură	8
Bronz	moale	5
	dur	3
Oțel de scule	moale	4
	dur	3

3.7.4. **Mașini de filetat.** *Mașinile de filetat* sînt mașini-unelte construite special pentru filetarea în serie a filetelor interioare sau exterioare. Ele sînt denumite după destinația lor sau după caracteristicile constructive: mașini de filetat interior cu arborele principal vertical sau orizontal, automate de filetat pentru piulițe, mașini de frezat filet exterior etc.

— *Mașina de filetat interior cu arborele vertical* este asemănătoare constructiv cu mașina de găurit, cu diferența că arborele principal, la capătul căruia se fixează tarozii, permite tarodului să-și schimbe sensul de rotație, cu ajutorul unui mecanism cu fricțiune, după ce piesa fixată pe masa mașinii a fost filetată.

— *Mașina de filetat exterior cu arbore orizontal* comportă o păpușă fixă, în care se prinde capul de filetat, și o păpușă mobilă, în care se fixează piesa care se filetează (de exemplu, șurubul). Păpușa mobilă execută manual mișcarea de avans longitudinal pînă cînd începe așchierea (fig. 7.80); uneori, avansul longitudinal este realizat cu ajutorul unui șurub conducător. La unele mașini de filetat țevi, capul de filetat este fixat în păpușa mobilă, iar țeava este fixată în alezajul arborelui principal al păpușii fixe. În acest caz, țeava execută mișcarea de rotație și scula mișcarea de avans.

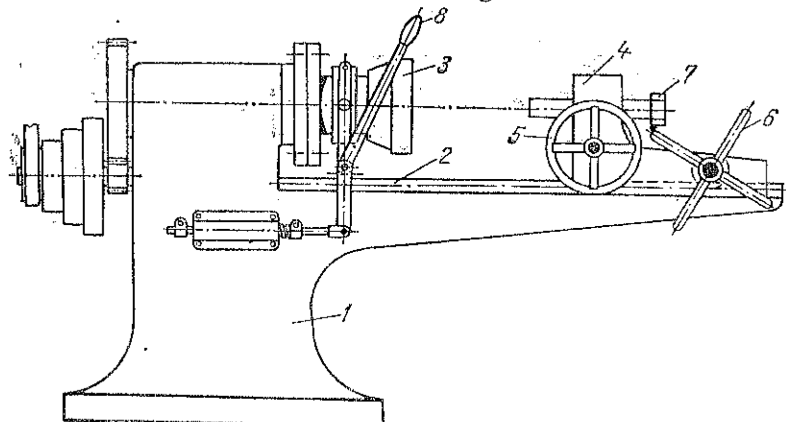


Fig. 7.80. Mașină de filetat șuruburi:
1 — batiu; *2* — patul cu cremalieră; *3* — cap de filetat; *4* — păpușă mobilă; *5* — roată de aluminiu pentru fixarea piesei; *6* — cruce pentru deplasarea păpușii mobile; *7* — piesă; *8* — dispozitiv de strîngere a fălcilor filierei.

În țară se construiesc în prezent următoarele mașini de filetat interior vertical, cu tarod:

— tipul MFIV — 4 pentru filet interior pînă la M4;
— tipul MFIV-8 pentru filet interior pînă la M8;
— tipul MFIV-16 pentru filet interior pînă la M16.

3.8. FREZAREA

3.8.1. **Generalități.** Frezarea este operația de așchiere executată la mașini de frezat, cu ajutorul sculelor numite freze. Mișcarea principală este executată de freza care se rotește în jurul axei sale, iar mișcarea de avans rectilinie-orizontală (longitudinală sau transversală) și verticală este executată de piesă sau de sculă.

Așchiile rezultate din frezarea materialelor au formă de virgulă.

Fixarea pieselor pe masa mașinilor de frezat se face de obicei mecanic (cu prisme, eclise, șuruburi etc., dispozitive cu cap divizor) și uneori electromagnetic sau pneumatic.

Frezele se montează fie în arborele principal al mașinii (direct sau cu ajutorul unei reducții sau dorn portfreză), fie cu un dorn, între bucșe de blocare (la mașinile de frezat orizontale și universale).

Prin frezare pot fi prelucrate: suprafețe plane, suprafețe conice, alezaje, canale de pană sau elicoidale, roți dințate etc.

La prelucrarea pieselor prin frezare se recomandă următoarele:

— Montarea frezelor să se facă pe dornuri care să nu bată și cît mai aproape de arborele mașinii;

— Fixarea pe dornuri a frezelor cu gaură trebuie să se facă cu pene dreptunghiulare, evitîndu-se penele rotunde;

— La frezele cu dinți elicoidali, sensul înclinațiilor dinților se va alege astfel ca depășirile de tăiere să împingă freza spre arbore; ca atare frezele cu tăiere la dreapta vor avea dinții înclinați la stînga. La frezele-deget și cilindro-frontale cu șurub de fixare în capul conului, această condiție nu este necesară; deci aceste freze pot avea atît tăierea cît și elicea de același sens, ambele dreapta sau stînga; în acest caz dinții frontali vor tăia mai bine.

Direcția de avans a mesei se va lua în sens contrar sensului de mișcare al frezei.

3.8.2. **Operații de frezare.** a. **Operații de frezare după calitatea suprafeței prelucrate.** După calitatea suprafeței prelucrate, deosebim: frezarea de degroșare și frezarea de finisare.

— *Frezarea de degroșare* este operația prin care se îndepărtează primele straturi de material ale piesei; ea este urmată de obicei de frezarea de finisare. Se realizează cu un regim de așchiere cu avans longitudinal mare și viteză de așchiere mică.

— *Frezarea de finisare* este de obicei precedată de frezarea de degroșare; prin această operație, piesele care se prelucrează obțin atît dimensiunile nominale cu toleranțele admise, cît și condițiile de calitate pentru suprafața prelucrată. În general, frezarea de finisare se execută cu avans mic și viteză de așchiere mare.

b. **Operații de frezare după sensul de rotire al frezei în raport cu sensul de deplasare al piesei.** După acest criteriu, se deosebesc: frezarea contra avansului și frezarea în sensul avansului.

— *Frezarea contra avansului*, numită și *frezare normală*, se caracterizează prin rotirea frezei în sens invers față de sensul mișcării de avans al piesei. Acest procedeu este folosit în mod obișnuit, deoarece în timpul așchierii solicitarea dinților crește pe măsură ce aceștia pătrund în material și nu în mod brusc (fig. 7.81, *a*). Înainte de a pătrunde în material, dinții alunecă pe suprafața prelucrată de dinții anteriori.

— *Frezarea în sensul avansului*, numită și *frezare prin înghițire* (fig. 7.81, *b*), se referă la așchierea în care sensul de rotire al frezei este același cu sensul mișcării de avans al piesei. În acest caz, dinții frezei pătrund brusc în materialul piesei, atacînd la început partea groasă a așchiei. Calitatea suprafeței prelucrate este mai bună decît la fre-

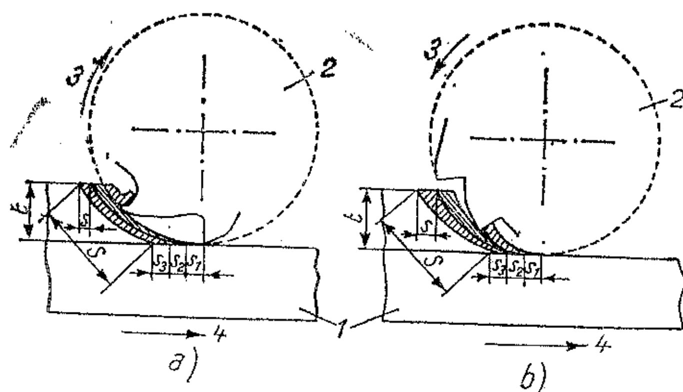


Fig. 7.81. Frezarea:
a — frezare contra avansului; *b* — frezare în sensul avansului; *1* — piesă; *2* — freză; *3* — sensul de rotație al frezei; *4* — sensul de avans al piesei; *s* — avansul pe dinte; s_1, s_2 și s_3 — avansurile succesive ale dinților; *S* — lungimea așchiei; *t* — adîncimea de așchiere.

zarea contra avansului; este însă necesar să nu existe jocuri între șuruburile conducătoare și piulițele mesei de lucru.

c. **Operații de frezare după forma suprafeței prelucrate.** După forma suprafeței prelucrate, distingem: frezare plană, frezare rotundă și frezare profilată.

— *Frezarea plană* se folosește la prelucrarea suprafețelor plane cu ajutorul frezelor cilindrice, frontale, cilindro-frontale sau disc.

Prin frezare plană se pot prelucra suprafețe plane paralele cu axa de rotație a frezei (fig. 7.82), suprafețe plane perpendiculare pe axa de rotație a frezei, cum este cazul suprafețelor retezate sau frezate frontal și suprafețe paralele și perpendiculare pe axa de rotație a frezei, cum sînt, de exemplu, suprafețele canalelor de pană.

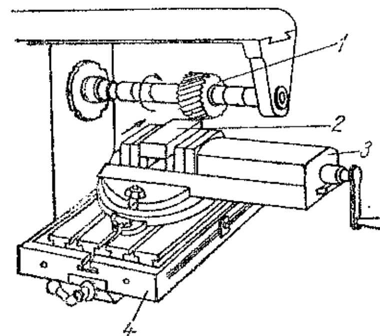


Fig. 7.82. Frezare plană:
1 — freză; *2* — piesă de prelucrat; *3* — menghină; *4* — masa mașinii de frezat.

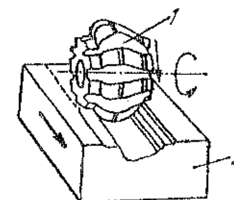


Fig. 7.83. Frezare profilată:
1 — freză profil; *2* — piesă de frezat.

— *Frezarea rotundă* este operația de frezare prin care se obțin suprafețe cilindrice. La această prelucrare, piesa execută o mișcare de rotație în jurul axei sale și, uneori, o mișcare de avans lateral, iar freza execută mișcarea principală de rotație. După cum prelucrarea se face în exteriorul sau interiorul unei piese, frezarea rotundă este exterioară sau interioară. În acest caz, piesele se fixează pe platoul rotativ.

— *Frezarea profilată* se folosește la obținerea cu ajutorul frezelor profil sau frezelor combinate a unor suprafețe cu profil identic cu al dinților frezei (fig. 7.83).

d. **Operații de frezare după direcția de acționare a frezei în raport cu axa ei.** După acest criteriu de clasificare se pot da ca exemple următoarele operații de frezare:

— *Frezarea cilindrică* (fig. 7.84). Este operația de așchiere executată numai cu suprafața laterală a frezelor (cilindrice sau disc). Se folosește la prelucrarea de suprafețe plane (v. fig. 7.82) cu ajutorul frezelor cilindrice, la retezarea pieselor cu ajutorul frezelor disc (cu dințare numai pe suprafața cilindrică). Adîncimea de așchiere se va lua egală cu adaosul de prelucrare, ori de cîte ori aceasta este posibil.

— *Frezarea cilindro-frontală.* Prelucrarea se execută atît cu suprafața laterală, cît și cu suprafața frontală a frezelor cilindro-frontale.

Acest procedeu se aplică la frezarea suprafeţelor plane, în trepte şi mai ales a canalelor (fig. 7.85), cu ajutorul frezelor cilindro-frontale sau a frezelor disc cu trei tăişuri.

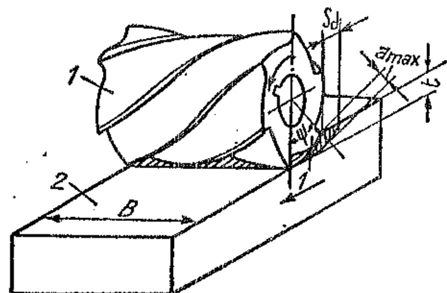


Fig. 7.84. Frezare cilindrică :
1 — freză; *2* — piesă; ψ — unghiul de contact; a_{max} grosimea maximă a aşchiei; s_d — avansul pe dinte; *t* — adîncimea de aşchiere.

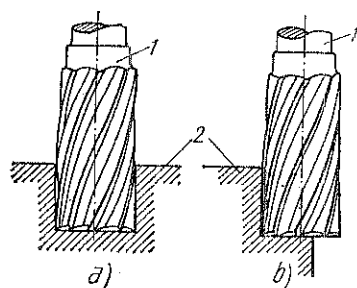


Fig. 7.85. Frezare cilindro-frontală :
a — frezare de canal; *b* — frezare în trepte; *1* — freză; *2* — piesă de frezat.

— *Frezarea frontală* (fig. 7.86) se foloseşte la prelucrarea suprafeţelor perpendiculare la axa de rotaţie a frezelor. Prin acest procedeu avansul de adîncime este paralel cu axa piesei şi aşchierea se execută numai cu suprafaţa frontală a frezelor cilindro-frontale. La prelucrarea cu freze cilindro-frontale se alege diametrul acestora mai mare decît una dintre dimensiunile suprafeţelor astfel ca frezarea să se poată face dintr-o singură trecere.

— *Frezarea elicoidală* este operaţia pentru prelucrarea canalelor elicoidale pe suprafaţa exterioară a pieselor (de exemplu, canale elicoidale la alezoare, freze cilindrice, burghie simple etc., sau la filetele şuruburilor conducătoare de la maşinile-unelte). Prelucrarea se execută la maşini de frezat universale sau maşini de frezat speciale, cu ajutorul frezelor profilate pentru scule, a frezelor disc modul etc. Pentru realizarea canalului elicoidal de un anumit pas sînt necesare : o deplasare relativă între piesă şi freză, paralelă cu axa piesei şi egală cu avansul şi o mişcare de rotaţie relativă între piesă şi freză corespunzătoare unei rotiri a piesei cu 360°.

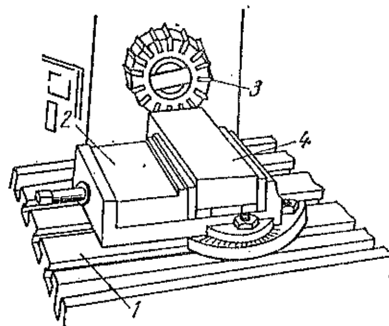


Fig. 7.86. Frezare frontală :
1 — masă de lucru; *2* — menghină; *3* — freză cilindro-frontală; *4* — piesă de frezat.

— *Frezarea prin rostogolire* se foloseşte de obicei la frezarea roţilor dinţate elicoidale cu ajutorul frezelor cu dinţii

tăiaţi după o elice. La această prelucrare, în timp ce freza se roteşte cu 360°, piesa se roteşte cu un unghi la centru egal cu pasul dinţării.

După direcţia mişcării de avans dintre freză şi piesă, frezarea prin rostogolire poate fi radială sau tangenţială.

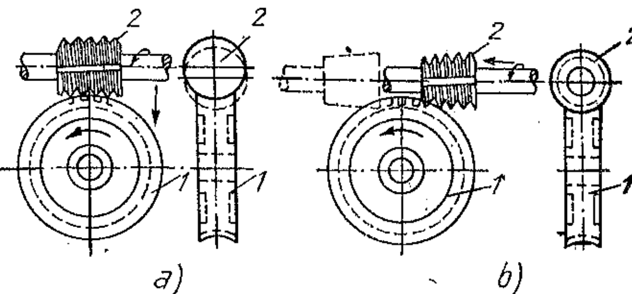


Fig. 7.87. Frezare prin rostogolire :
a — frezare radială; *b* — frezare tangenţială; *1* — roată dinţată; *2* — freză.

— La *frezarea radială prin rostogolire* (fig. 7.87, *a*) în timpul rotaţiei piesei se produce o mişcare rectilinie de apropiere a frezei pe direcţia radială faţă de piesă.

La *frezarea tangenţială prin rostogolire* (fig. 7.87, *b*), după fiecare rotaţie a piesei, se produce o mişcare rectilinie de avans a sculei (freză conică cu dinţi în elice) în direcţia tangenţială faţă de periferia piesei.

e. **Regimul de aşchiere la frezat.** Sub aspectul regimului de aşchiere, operaţiile de frezare se pot clasifica în operaţii de frezare obişnuite şi operaţii de frezare rapidă.

— *Frezarea obişnuită*, numită şi frezare normală, este frezarea la care se lucrează, în general, fără a se folosi la maximum puterea maşinii de frezat. Se foloseşte la prelucrarea pieselor care nu pot fi supuse la regimuri speciale de aşchiere (de exemplu, frezarea filetelor). Se lucrează, deobicei, cu freze avînd unghiuri de degajare şi de înclinare pozitive (atît radial cît şi axial).

— *Frezarea rapidă* se execută la maşini de frezat robuste şi lipsite de vibraţii (atît pentru piesă cît şi pentru sculă), care permit încărcarea motoarelor de acţionare la valoarea nominală a puterii lor. Operaţiile de frezare rapidă a metalelor se caracterizează prin viteze de aşchiere foarte mari.

De obicei, se aplică aşchierea în sensul avansului, în general cu freze cu unghi de degajare negativ şi, uneori şi cu unghi de degajare pozitiv. Frezele folosite în acest caz sînt freze frontale pentru operaţii de frezare plană, freze disc pentru canale şi freze profilate pentru frezarea profilelor. Frezarea rapidă se aplică în special la prelucrarea suprafeţelor cu freze frontale, deoarece acestea permit o folosire mai uşoară a plăcilor de carburi metalice.

3.8.3. Regim de lucru. Pentru stabilirea regimului optim de lucru, trebuie să se aleagă în mod corespunzător diametrul frezei, adîncimea și lățimea de frezare, avansul piesei și viteza de așchiere, astfel ca prelucrarea să fie economică, adică să se consume cît mai puțină energie, durata de așchiere a sculei să fie cît mai mare și eforturile să nu depășească posibilitățile mecanismelor mașinii.

Forma geometrică optimă a dinților pentru frezarea rapidă are caracteristicile indicate în tabela 7.38. Fețele dinților trebuie finisate după ascuțire.

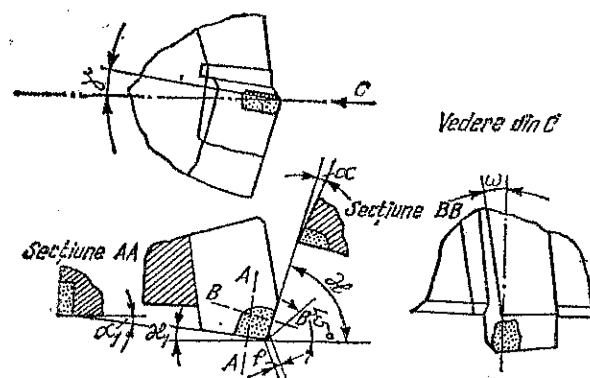


Tabela 7.38. **Geometria dinților frezei pentru frezarea rapidă**

Specificare	Valorile unghiului, în grade
Unghiul de degajare principal, γ	−10
Unghiul de înclinație al canalului elicoidal, ω	−10
Unghiul de atac principal, $\varkappa$	75
Unghiul de atac secundar, $\varkappa_1$	12
Unghiul de așezare principal, α	16
Unghiul de așezare secundar, α_1	12

a. **Alegerea frezelor de lucru.** Pentru alegerea frezelor de lucru, în tabela 7.39 sînt indicate diametrele recomandabile ale diferitelor tipuri de freze în funcție de adîncimea de frezare t și lățimea de frezare B.

b. **Avansuri și viteze de așchiere pentru frezare obișnuită.** Mărimea avansului pe dinte s_d (v. fig. 7.84) este limitată în general de volumul de așchii care pot intra în canalele frezei. Dacă adaosul de prelucrare este mare, pentru a mări avansul trebuie ca degroșarea să se facă din mai multe treceri.

La stabilirea avansului trebuie să se țină seama și de calitatea suprafeței care trebuie să se obțină. În nomograma din figura 7.88 se poate alege avansul s_0 în funcție de operația de frezare (degroșare sau finisare) sau de înălțimea asperităților h, în microni, și de diametrul frezei. Astfel, presupunînd că trebuie executată o prelucrare cu freza cu diametrul de 50 mm și cu o suprafață ale cărei asperități să nu depășească 20 μ, se trage o linie orizontală în dreptul cifrei 20 și la intersecția cu curba corespunzătoare frezei de 50 mm se coboară o verticală; se obține avansul maxim admisibil, în acest caz: $s_0 = 2$ mm/rot.

Tabela 7.39. **Alegerea frezelor de lucru**

Tipul frezelor	Adîncimea de frezare t pînă la (mm)	Lățimea de frezare B pînă la (mm)	Diametrul recomandabil al frezei (mm)
Freze cilindrice	5	70	60—75
	8	90	90—110
	10	100	110—130
Freze frontale	4	40	50—75
	4	60	75—90
	6	90	110—130
	6	120	150—175
	6	150	200—250
	8	200	300—350
	10	350	400—500
Freze disc	8	20	60—75
	12	25	90—110
	20	35	130—150
	50	50	175—200
Freze disc cu dinți rari	10	4	60—75
	20	5	75
	25	10	110

În tabela 7.40 sînt indicate avansurile pentru lucrări de frezare obișnuită a diferitelor metale, iar în tabela 7.41 sînt arătate vitezele de așchiere la operații de frezare obișnuită.

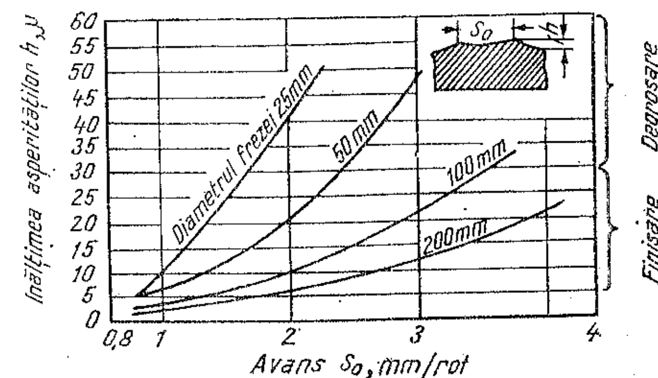


Fig. 7.88.

c. **Avansuri și viteze de așchiere pentru frezare rapidă.** În tabela 7.42 sînt date vitezele de așchiere pentru frezare rapidă cu freze cu unghi de degajare negativ.

Tabela 7.40. **Avansuri pentru lucrări de frezare obișnuită, mm/min**

Materialul	Frezare plană			Frezare rotundă			Frezarea dinților			Frezarea fileului	
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II
σ_r, kgf/mm²											
Oțel laminat 35—45	250—40	200—50									
50—60	150—30			200—40		15—50	100—35	25—70	15—50	100—40	
60—80	—									60—15	
80—100	50—30			30—15			25—15			40—12	
Oțel turnat		200—50				15—50		25—90	15—50		
Oțel pentru scule		100—50			12—40			20—60	12—35		
Fontă	300—30	200—50				20—60	90—30	25—90	15—75	25—15	
Alamă	200—100	250—75	finisare 40—30	80—90	25—100		90—50	25—100		sub 50	
Bronz	200—100	250—75	40—30				90—50	25—100		sub 50	
Metale ușoare	sub 600	sub 400		350	150—80	100—50		sub 100		sub 100	sub 80
Silumin		sub 250			sub 100						

Tabela 7.41. **Viteze de așchiere pentru lucrările de frezare obișnuită, m/min**

Materialul		Frezare plană			Frezare rotundă			Frezarea dinților			Frezarea filetului	
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II
σ_r, kgf/mm²												
Oțel laminat	35—45	40—20	22—18		18—16	26	18		25	14	50—20	20
	50—60	35—18	18—14			20	14	36—18	20	12		16
	60—80		14—10			14	10	20—10	15	10		12
	80—100	20—10	10—6		20—10	10	6		10	6	15—10	8
Oțel turnat	moale		18—15			18—13			20	10		16
	semidur		14—12			14—12	12—6		15	8		12
	dur		18—8			10—8			10	5		8
Oțel pentru scule			10—4			15—10	10—4		15—8	10—6		8—4
Fontă	moale		18—16			18—16			15	12	50—20	16
	semidură	50—25	14—12		50—25	14—12	14—6	50—20	13	8		12
	dură		10—8			10—8			10	4		8
Fontă maleabilă	moale		18—15			18—16			25	12		16
	semidură		14—12			14—12	14—6		20	10		12
	dură		10—8			10—8			16	8		8
Alamă	moale	60—25	40	finisare 50		40	30					36
	semidură		25	38	50—30	35	25	50—20	40—25	25—18	50—20	25
	dură		15	20		25	15					20
Bronz	moale		26—15									
	dur	45—20	8—6	30—20	40—20	35—20	18—8	45	35—25	20—12	40—15	16—8
Metale ușoare		400—150	300—100		300	200—120	80—50	200	150		sub 115	150—100
Silumin		180—100				180—100		120	100			

Tabela 7.42. **Viteze de așchiere pentru frezare rapidă**

Materialul piesei	Viteza de așchiere v, m/min	
	Freze frontale	Freze cilindrice și freze disc
Oțel σ_r=50—60 kgf/mm²	170—180	150—200
Oțel σ_r=60—75 kgf/mm²	150—170	130—170
Oțel σ_r=75—100 kgf/mm²	110—150	110—145
Oțel σ_r=100—120 kgf/mm²	75—110	90—120
Fontă	100—130	180—230
Bronz, alamă	150—200	500—750

În tabela 7.43 sînt indicate valorile grosimii maxime ale așchiei a_{max} (v. fig. 7.84), în cazul frezelor cu unghi de degajare negativ pentru frezare rapidă.

Tabela 7.43. **Grosimile maxime ale așchiei la frezarea rapidă**

Materialul piesei	Grosimea așchiei a_{max}, mm	
	Freze frontale	Freze cilindrice
Oțel σ_r=50—60 kgf/mm²	0,2 —0,40	0,10—0,40
Oțel σ_r=60—75 kgf/mm²	0,2—0,35	0,10—0,40
Oțel σ_r=75—100 kgf/mm²	0,15—0,30	0,05—0,25
Oțel σ_r=100—120 kgf/mm²	0,10—0,25	0,05—0,25
Fontă	0,20—0,65	0,25—0,60
Bronz, alamă	0,25—1,00	0,15—0,10

Cunoscînd grosimea maximă a așchiei, avansurile pentru frezarea rapidă se deduc din tabela 7.44 pentru diferite valori ale unghiului $\varkappa$ (unghiul de atac al tăișului frezei sau al cuțitului frezei).

Tabela 7.44. **Avansul pentru un dinte al frezei s_d la frezarea rapidă**

Freze cilindrice	Freze frontale
$s_d = a\dfrac{a_{max}}{\sqrt{1-\left(\dfrac{D-2t}{D}\right)}}$	$s_d = a_{max}$ pentru $\varkappa = 96°$ $s_d = 1{,}035\ a_{max}$ „ $\varkappa = 75°$ $s_d = 1{,}15\ a_{max}$ „ $\varkappa = 60°$ $s_d = 1{,}41\ a_{max}$ „ $\varkappa = 45°$
D este diametrul frezei, iar l — adîncimea de frezare	$\varkappa$ este unghiul de atac al tăișului frezei sau al cuțitului frezei

Carburile metalice utilizate pentru frezarea oțelului sînt T15K6 și T30K4, iar pentru frezarea fontei VK8.

În general, avansurile pentru un dinte al frezei la frezarea rapidă a oțelurilor aliate dure sînt de 0,05—0,12 mm, la frezarea oțelurilor carbon de 0,15—0,18 mm și la fontă de 0,3—1 mm.

3.8.4. **Mașini de frezat.** 3.8.4.1. *Generalități.* Mașinile de frezat sînt mașini-unelte folosite la prelucrarea prin așchiere a metalelor cu ajutorul frezelor. La unele mașini de frezat se mai pot executa și alte operații ca : găurire (cu burghie spirale, zencuitori), alezare (cu cuțite sau alezoare), strunjire plană (cu dispozitiv de strunjit plan montat pe arborele principal) etc.

O mașină de frezat cuprinde în general : un batiu rigid din fontă, o consolă care servește ca reazem pentru masa de lucru, unul sau mai mulți arbori port-sculă, mecanismul cutiei de viteze care imprimă arborelui principal și deci sculei o mișcare principală de rotație, mecanismul cutiei de avansuri care imprimă de obicei mesei și deci piesei de frezat mișcările de avans, organul de antrenare, dispozitive de comandă, dispozitive de prindere a sculei și piesei, instalații și aparataj anexă (instalație de ungere, instalație de răcire, instalație electrică de forță și lumină) etc.

Caracteristicile mașinii de frezat sînt : distanța maximă și minimă dintre arborele principal și masa de lucru ; distanța maximă și minimă de la ghidajele batiului la mijlocul mesei, distanța de la arborele principal la braț (la mașinile de frezat orizontale), limitele turațiilor arborelui principal, limitele avansurilor, dimensiunile mesei de lucru și cursa maximă a acesteia (longitudinal, transversal și vertical) ; caracteristicile motoarelor de acționare ale mișcării principale și mișcării de avans.

3.8.4.2. *Clasificare și descriere.* Prin construcția, prin sistemul de a lucra și felul pieselor pe care le prelucrează, mașinile de frezat se pot clasifica în mașini de frezat normale și mașini de frezat speciale.

a. **Mașini de frezat normale.** După mișcările mesei de lucru, poziția și numărul arborilor principali, mașinile de frezat normale se grupează în mașini de frezat orizontale (cu unul sau mai mulți arbori principali orizontali), mașini de frezat verticale (cu unul sau mai mulți arbori principali verticali) și mașini de frezat longitudinale.

Pentru exemplificare, se descriu următoarele mașini de frezat normale :

— *Mașina de frezat orizontală* (fig. 7.89) are arborele principal orizontal, montat în batiul mașinii, în capătul căruia se poate fixa un arbore port-freză sau dorn port-sculă. Pe ghidajele verticale ale batiului culisează vertical o consolă cu masa de lucru. Cu ajutorul a două sănii suprapuse, masa de lucru se poate deplasa atît longitudinal, cît și transversal. Avansurile mesei pe cele trei direcții se pot obține manual sau mecanic. Pentru rigidizarea arborelui port-sculă, capătul liber al acestuia se introduce în contrasuportul care culisează pe brațul suport.

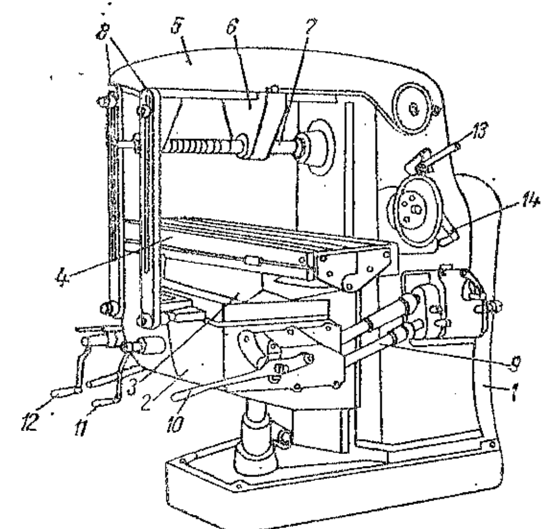


Fig. 7.89. Mașină de frezat orizontală :
1 — batiu ; *2* — consolă ; *3* — sanie transversală ; *4* — masă de lucru ; *5* — contra-suport ; *6* — suportul arborelui port-freză ; *7* — arbore port-freză ; *8* — bretele ; *9* — mecanism de avans ; *10* — manetă pentru cuplarea avansului ; *11* — manivelă pentru deplasarea saniei transversale ; *12* — manivelă pentru deplasarea verticală a consolei ; *13* — manetă de pornire ; *14* — manetă pentru schimbarea vitezelor.

Cu această mașină se pot executa frezări plane, șanțuri profilate etc. La unele mașini de frezat orizontale se poate freza și vertical prin montarea unui cap de frezat amovibil.

— *Mașina de frezat orizontală dublă* (fig. 7.90) este prevăzută cu doi arbori principali orizontali, care sînt montați pe cărucioare deplasabile în direcție verticală pe ghidajele a două coloane. Cele două coloane se pot și ele deplasa orizontal pe ghidajele batiului. Masa de lucru alunecă longitudinal pe o masă-suport fixă. La această mașină se poate lucra concomitent cu două freze, ceea ce prezintă avantaje la lucrările de serie.

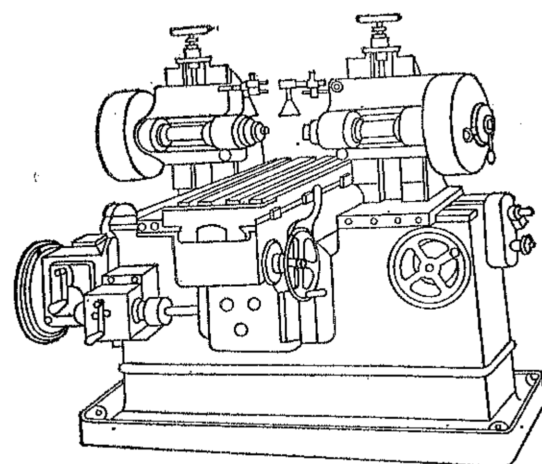


Fig. 7.90. Maşină de frezat orizontală dublă.

— *Maşina de frezat verticală* (fig. 7.91). Se caracterizează prin poziţia verticală a arborelui principal. La unele maşini, arborele principal este montat într-un cap portfreză care se poate deplasa vertical pe două ghidaje fixate pe batiu; la alte maşini există un cap portfreză fix sau rotitor (permiţînd astfel frezarea suprafeţelor oblice). Masa de lucru, împreună cu piesa, execută trei mişcări; longitudinal, transversal şi vertical. De obicei, aceste maşini de frezat sînt prevăzute cu motoare separate pentru mişcarea principală şi mişcarea de avans.

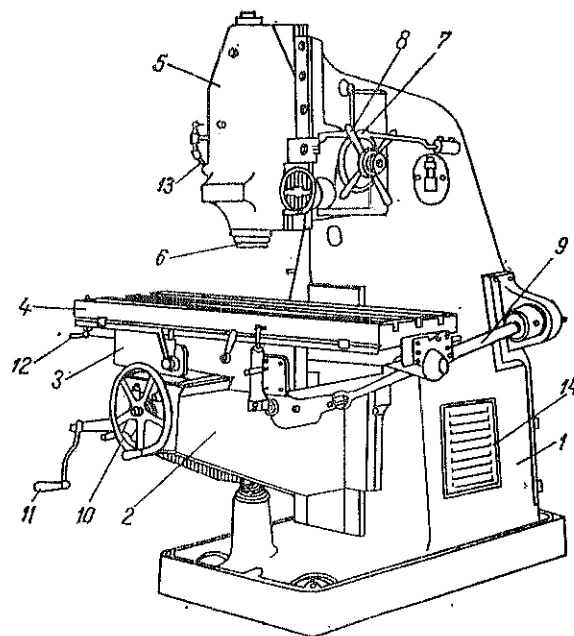


Fig. 7.91. Maşină de frezat verticală:

1 — batiu; *2* — consolă; *3* — sanie transversală; *4* — masă de lucru (sanie longitudinală); *5* — cap portfreză; *6* — arbore principal; *7* — manetă pentru schimbarea vitezelor arborelui principal; *8* — cruce pentru rotirea arborelui principal; *9* — arbore cardanic pentru avansul automat al mesei de lucru; *10* — roată de mînă pentru deplasarea saniei transversale; *11* — manetă pentru deplasarea verticală a consolei cu masa de lucru; *12* — manetă pentru deplasarea longitudinală a mesei; *13* — conductă pentru lichid de răcire; *14* — uşă pentru controlul motorului.

În ţară se construiesc următoarele maşini de frezat verticale:

— maşina de frezat tip FV 1, cu masa de 1 250 × 300 mm, destinată operaţiilor de frezare în fabricaţia de unicate sau de serie;

— maşina de frezat tip FV 320, cu consolă şi suprafaţa mesei de 1 400 × 320 mm, destinată operaţiilor de frezare pentru lucrări de sculărie şi cu posibilităţi de realizare a unor cicluri de lucru automate liniare şi dreptunghiulare în planul mesei;

— maşina de frezat tip FV 400, cu masa de lucru avînd dimensiunile de 1 600 × 400 mm şi următoarele curse: longitudinală de 700 mm, transversală de 250 mm şi verticală de 370 mm; turaţiile arborelui principal 32—1 600 rot/min; maşina este dotată cu menghină rotativă, masă rotativă, cap divizor universal şi dispozitiv de programare.

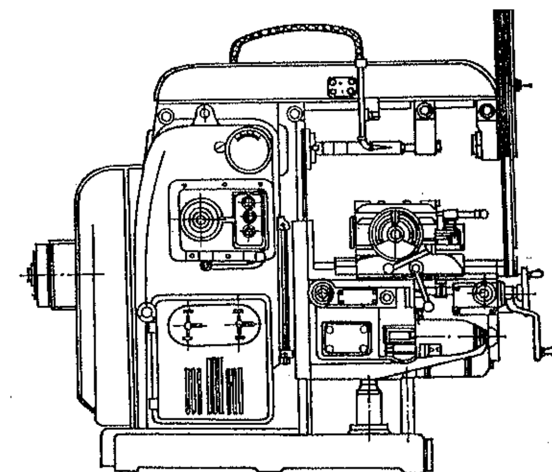


Fig. 7.92. Maşină de frezat universală.

— *Maşina de frezat universală.* Această maşină este asemănătoare maşinii de frezat orizontale; diferă de aceasta prin aceea că în afară de mişcările în direcţie longitudinală, transversală şi verticală, masa de lucru se poate deplasa şi circular. Ea mai este utilizată cu un cap divizor, cu ajutorul căruia se poate realiza frezarea elicoidală, tăierea roţilor dinţate cilindrice şi conice; capul divizor poate fi acţionat şi de la mecanismul de avans automat longitudinal. Maşina de frezat universală mai este prevăzută cu o păpuşă mobilă şi cu un cap portfreză demontabil care permite sculei să lucreze şi în poziţie verticală sau înclinată.

În fig. 7.92 este arătată o maşină de frezat universală cu suprafaţa de lucru a mesei de 1 250 × 320 mm. Cursele maxime ale acesteia sînt: 700 mm (longitudinal), 250 mm (transversal) şi 370 mm (vertical), unghiul de rotire al mesei este de 45°. Limitele turaţiilor arborelui principal sînt 30—1 500 rot/min, iar ale avansurilor longitudinale şi transversale de 19—950 mm/min.

Schimbarea turaţiilor arborelui principal şi a avansurilor mesei se face prin monoselectoare, reducîndu-se la minimum numărul manetelor.

Dintre maşinile de frezat universale fabricate în ţară se menţionează următoarele:

— maşina de frezat tip FU 1 cu suprafaţa de lucru a mesei de 1 250 × 320 mm, pentru operaţiile de frezare la lucrări de fabricaţie de unicate sau de serie;

— maşina de frezat tip FU 320 cu suprafaţa mesei de 1 400 × × 320 mm, destinată operaţiilor de frezare pentru lucrări de sculărie, cu posibilităţi de realizare a unor cicluri de lucru automate liniare şi dreptunghiulare în planul mesei;

— maşina de frezat tip FU 400 cu următoarele caracteristici tehnice: dimensiunile mesei de 1 600 × 400 mm²; cursa longitudinală a mesei 1 200 mm, cursa transversală 320 mm, cursa verticală 450 mm; turaţiile arborelui principal 32—1 600 rot/min; gama avansurilor, longitudinal şi transversal 16—800 mm/min, iar vertical 5—266 mm/min; este echipată cu cap de frezat vertical, cap de mortezat, menghină rotativă, masă rotativă şi dispozitiv de programare.

— *Maşina de frezat longitudinală, orizontală* (fig. 7.93). Această maşină are două axe portfreză orizontale deplasabile pe două coloane verticale fixe. Masa maşinii se deplasează longitudinal pe ghidajele batiului. Este o maşină cu mare capacitate de producţie.

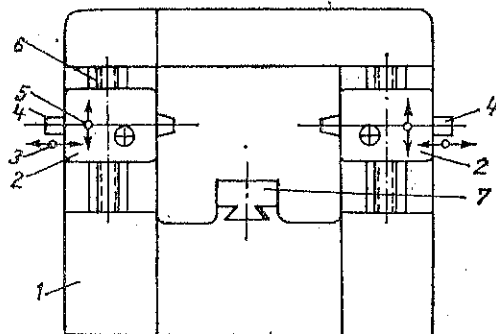


Fig. 7.93. Maşină de frezat longitudinală orizontală:

1 — batiu; 2 — cărucior portfreză; 3 — sensurile de deplasare a arborelui portfreză; 4 — arbore portfreză; 5 — sensurile de deplasare a căruciorului portfreză; 6 — coloană verticală fixă; 7 — sanie longitudinală.

— *Maşina de frezat longitudinală, verticală* este o maşină prevăzută cu unul sau mai multe axe portfreză verticale, montate pe cărucioare care se deplasează pe aceeaşi traversă orizontală. Traversa alunecă în direcţia verticală pe ghidajele a două coloane fixe; între aceste două coloane masa de lucru se deplasează în direcţie longitudinală pe ghidajele batiului.

— *Maşina de frezat longitudinală, mixtă* (orizontală-verticală) se construieşte cu doi montanţi, pe ghidajele cărora alunecă o traversă orizontală şi două cărucioare cu cîte un ax orizontal portfreză (fig. 7.94). Pe ghidajele traversei orizontale alunecă alte două cărucioare cu cîte un arbore vertical portfreză, astfel că piesele fixate pe masa longitudinală a maşinii pot fi frezate simultan, atît în plan orizontal, cît şi în plan vertical.

Aceste maşini de frezat acţionează deci şi ca maşini de frezat orizontale şi ca maşini de frezat verticale, de unde şi denumirea lor. Ele sînt caracterizate printr-o mare productivitate, ceea ce le face foarte utile la lucrările de masă şi de serie mare.

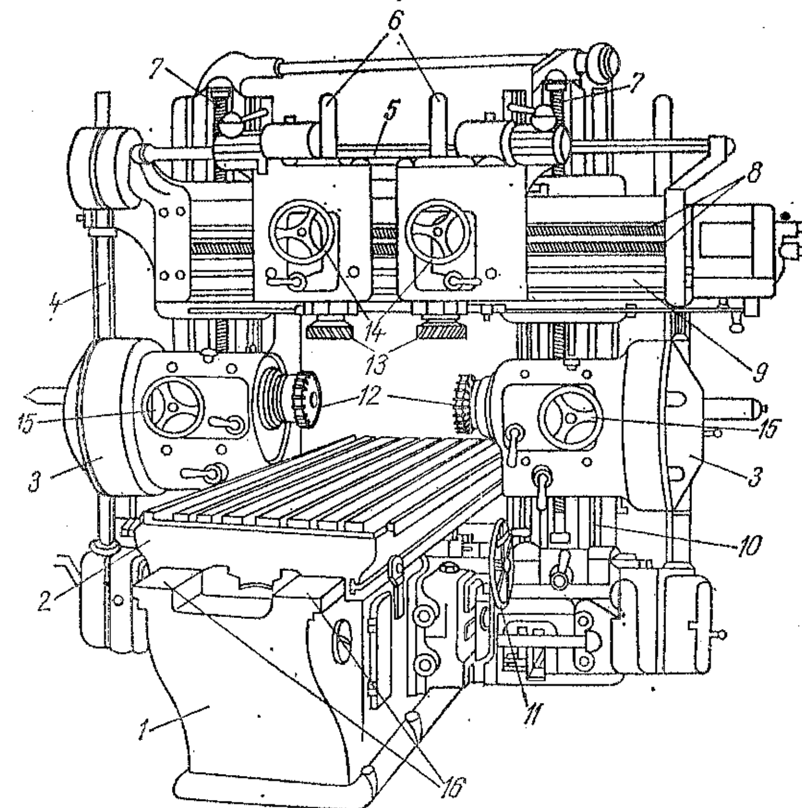


Fig. 7.94. Maşină de frezat longitudinală mixtă:

1 — batiu; 2 — cărucior longitudinal cu masa de lucru; 3 — cărucior cu ax portfreză orizontală şi cu motor individual; 4 — ax intermediar de antrenare a cărucioarelor de pe montanţi şi a axelor portfreză verticale; 5 — ax de antrenare a axelor port-freză verticale; 6 — cărucior portfreză cu ax vertical; 7 — ax filetat pentru deplasarea pe verticală a traversei orizontale; 8 — ax filetat pentru deplasarea orizontală a cărucioarelor de pe traversă; 9 — traversă orizontală; 10 — coloană (montant) verticală cu ghidaje (glisiere); 11 — roată de mînă pentru deplasarea mesei pe batiu; 12 — frezele axelor portfreză orizontale; 13 — frezele axelor portfreză verticale; 14 — roată de mînă pentru deplasarea axului portfreză vertical; 15 — roată de mînă pentru deplasarea axului portfreză orizontal; 16 — ghidajele batiului pentru masa de lucru.

b. **Maşini de frezat speciale.** Aceste maşini se folosesc la prelucrări speciale sau numai pentru prelucrarea anumitor piese. Din această categorie fac parte maşinile de filetat exterior sau interior, maşinile de frezat axe canelate, maşinile de frezat prin copiere, maşinile de frezat

roţi dinţate prin rostogolire, roţi dinţate conice cu dinţi curbilinii, roţi dinţate cilindrice (frontale) cu dinţi drepţi şi elicoidali etc.

Pentru exemplificare, se descriu următoarele maşini de frezat speciale :

— *Maşina de frezat roţi dinţate prin rostogolire* (fig. 7.95). Pe ghidajele batiului culisează căruciorul portpiesă, prevăzut cu un arbore vertical pe care se centrează roţile dinţate care urmează să fie executate prin procedeul de frezare prin rostogolire. Pe o coloană verticală culisează un cărucior pe care se mişcă transversal un cap de frezat ; aceasta permite frezei să se deplaseze axial. Astfel, freza poate executa o mişcare principală de rotaţie, o mişcare de avans verticală şi o deplasare orizontală-axială. Piesa de prelucrat primeşte un avans, longitudinal şi, în acelaşi timp, se poate roti în jurul axului de centrare, datorită angrenării cu freza după procedeul de frezare prin rostogolire.

— *Maşina de frezat prin copiere* se utilizează la prelucrarea diferitelor suprafeţe profilate, cît şi pentru prelucrarea de reliefuri (frezare în spaţiu).

Frezarea suprafeţelor profilate prin copiere se poate executa cu ajutorul unui şablon sau al unui pantograf. La frezarea în spaţiu, reproducerea exactă a reliefului piesei model se realizează cu un dispozitiv de copiere care urmăreşte cu ajutorul unui deget profilul modelului pe care-l transmite frezei deget prin mecanisme acţionate electric, hidropneumatic sau electronic.

În fig. 7.96 este arătată o maşină de frezat prin copiere, cu ajutorul unui şablon. Piesa şi şablonul se montează pe aceeaşi masă de

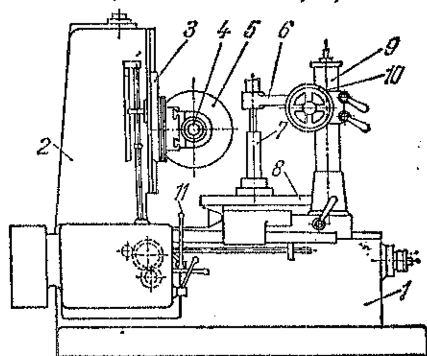


Fig. 7.95. Maşină de frezat roţi dinţate prin rostogolire :

1 — batiu ; *2* — coloană ; *3* — cărucior portfreză ; *4* — cap de frezat ; *5* — freză ; *6* — suport ; *7* — ax de centrare a roţii dinţate ; *8* — cărucior portfreză ; *9* — coloana căruciorului ; *10* — roată de mînă pentru deplasarea suportului *6* ; *11* — manetă de comandă.

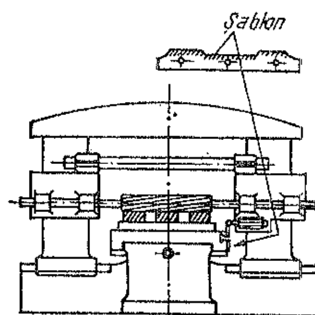


Fig. 7.96. Maşină de frezat prin copiere.

lucru. Cărucioarele portfreză urmăresc conturul şablonului cu ajutorul unei role.

Aceste maşini se folosesc la prelucrarea pieselor de serie (de exemplu, bielele de locomotivă care se pot prelucra în pachet).

În ţara noastră se construieşte maşina de frezat prin copiere cu două axe tip 2FC-105 cu suprafaţă de lucru a mesei de 300 × 600 mm Ea este destinată operaţiilor de frezare prin copiere în două coordonate Copierea se realizează cu dorn de urmărire şi şablon, prin deplasarea longitudinală a suportului arborilor portsculă şi deplasarea transversală a mesei, acţionate manual.

Dintre maşinile de frezat construite în R.S.R. se mai menţionează cele executate la :

— I.M.U.A. Bucureşti :

— maşina de frezat longitudinal, cu portal, tipul FLP 660, cu următoarele caracteristici tehnice : dimensiunile mesei $a \times b$ de 2 200 × 660 ; lungimea de frezare $L = 2\,000$ mm ; cursa mesei $l = 2\,700$ mm ; diametrul arborilor portsculă $d = 180$ mm gama turaţiilor arborilor portsculă $n = 12{,}5 \ldots 630$ rot/mi pentru frezarea specială ; avansurile de lucru ale mesei $s = 16 \ldots 960$ mm/min ;

— maşina de frezat longitudinal, cu portal, tipul FLP 1 000 c următoarele caracteristici tehnice : $a \times b = 4\,750 \times 1\,600$, $L = 2\,500$ mm ; $l = 3\,300$ mm ; $d = 220$ mm ; $n = 12{,}5 \ldots 630$ rot/min ; $n_1 = 24 \ldots 1\,200$ rot/min ; $s = 20 \ldots 80$ mm/min ;

— maşina de frezat longitudinal, cu portal, tipul FLP 1 600 cu următoarele caracteristici tehnice : $a \times b = 4\,750 \times 1\,600$; $L = 4\,000$ mm ; $l = 5\,100$ mm ; $d = 270$ mm ; $n = 12 \ldots 600$ rot/min ; $n_1 = 1\,000$ rot/min ; $s = 20 \ldots 800$ mm/mi

— Întreprinderea Înfrăţirea Oradea :

— maşina de frezat verticală FV 500, cu lăţimea mesei de lucru $l = 500$ mm ;

— maşina de frezat pentru sculărie FUS 22, cu $l = 220$ mm

— maşina de frezat pentru sculărie FUS 250, cu $l = 250$ mm ;

— maşina de frezat pentru sculărie FUS 500, cu $l = 500$ mm.

— Întreprinderea Mecanică Cugir :

— maşinile de frezat universale : FU 32-HK cu dimensiuni mesei delucru $l = 325$ mm şi $L = 1\,525$ mm, FU 32×132-A ($l = 325$ mm ; $L = 1\,325$ mm), FU 32×152-A($l = 325$ mm ; $L = 1\,525$ mm), FU 400 ($l = 400$ mm, ; $L = 1\,600$ mm FU 35× 160 ($l = 355$ mm ; $L = 1\,600$) ;

— maşinile de frezat verticale : FV 32-HK ($l = 325$ mm ; $L = 1\,525$), FV 32 × 152-A ($l = 325$ mm ; $L = 1\,525$ mm

FV 400 ($l = 400$ mm; $L = 1\,600$ mm), FV 35 × 160-CR ($l = 355$ mm; $L = 1\,600$ mm), FV 35 × 160-CF ($l = 355$ mm; $L = 1\,600$ mm);

— mașina de frezat caneluri FC 200 ($l = 200$ mm; $L = 1\,000$ mm);
— mașina de frezat orizontală de producție FO-P 25 × 70 ($l = 250$ mm; $L = 700$ mm);
— mașini de frezat roți dințate:
  — tipul FD 320 destinat frezării roților dințate clindrice cu dinți drepți sau înclinați, a roților, melcate prin avans radial tangențial sau combinat, a roților de lanț, a arborilor dințați sau canelați etc.; caracteristicile tehnice ale mașinii sînt: diametrul maxim al roții dințate $D = 320$ mm; modulul maxim $m = 6$; gama turațiilor $n = 60 \ldots 300$ rot/min; diametrul mesei $d = 320$ mm;
  — tipul FD 500 cu următoarele caracteristici tehnice: $D = 500$ mm; $m = 8$; $n = 56 \ldots 280$ rot/min; $d = 500$ mm;
  — tipul FD 800 cu următoarele caracteristici tehnice: $D = 800$ mm; $m = 10$; $n = 40 \ldots 220$ rot/min; $d = 800$ mm; tipul FD 250 pentru $D = 250$ mm și $m = 4$;
  — tipul FD 500-P pentru frezare de precizie a danturii cu $D = 500$ mm și $m = 8$.

3.8.5. **Capul divizor.** 3.8.5.1. *Generalități.* Capul divizor este dispozitivul cel mai important al mașinilor de frezat universale; el se folosește ca dispozitiv auxiliar și la alte mașini-unelte (de exemplu, mașinile de ascuțit scule), precum și la trasarea pieselor.

Pentru mașinile de frezat universale, utilitatea capului divizor constă în fixarea pieselor și divizarea periferiei cilindrice sau conice a acestora într-un număr de părți, în general, egale. Astfel, la frezarea canalelor elicoidale de diferitele scule (de exemplu, burghie elicoidale, freze elicoidale etc.) sau la tăierea dinților roților dințate elicoidale, utilizarea capului divizor este indispensabilă.

3.8.5.2. *Clasificare, descriere și operații de divizare.* După felul construcției și după procedeul de divizare se dau ca exemple următoarele tipuri de cap divizor:

— *Capul divizor simplu cu roată dințată* (fig. 7.97) este tipul cel mai simplu de cap divizor folosit pentru divizarea directă; numărul de diviziuni posibile este egal cu numărul de dinți ai roții dințate sau cu submultiplii acestuia.

— *Capul divizor simplu cu disc divizor și roată dințată* (fig. 7.98). Roata dințată 2 și discul divizor 3, fixate rigid (între ele, sînt libere pe arborele aparatului. Prin rotirea alidadei 5, fixată strîns pe axul capului divizor, se obține mișcarea piesei care se prelucrează. Prin schimbarea discurilor divizoare sau a roților dințate se poate face orice

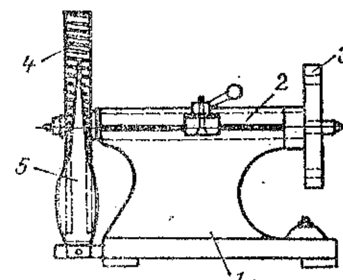


Fig. 7.97. Cap divizor simplu cu roată dințată:

1 — corp; *2* — ax; *3* — platou pentru fixarea piesei; *4* — roată dințată; *5* — arc opritor.

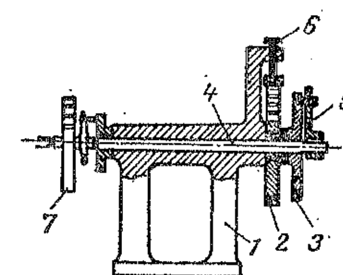


Fig. 7.98. Cap divizor simplu cu disc divizor și roată dințată:

1 — corp; *2* — roată dințată; *3* — disc divizor; *4* — ax; *5* — alidadă; *6* — opritori; *7* — piesă de frezat.

divizare dorită. Prin intermediul unui angrenaj convenabil de roți dințate, între arborele capului divizor și arborele filetat al mesei mașinii de frezat (fig. 7.99), se pot freza și canalele elicoidale.

Exemple numerice: 1. Să se frezeze dinții unei roți dințate cu 15 dinți.

Utilizînd pe discul divizor un cerc cu numărul de găuri multiplu de 15, de exemplu cercul cu 120 găuri, se va deplasa cuiul de fixare a mînerului, pentru fiecare dinte, din opt în opt găuri.

2. Să se taie la un alezor cinci canale elicoidale cu pasul de 280 mm, cunoscînd că pasul șurubului conducător de la masa mașinii de frezat (v. fig. 7.99) este de 4 mm.

Raportul de transmitere fiind $i = \frac{P}{p} = \frac{280}{4} = \frac{70}{1}$,

se pot monta următoarele roți dințate: $i = \frac{70}{1} = \frac{2}{1} \cdot \frac{5}{1} \cdot \frac{7}{1} = \frac{80}{40} \cdot \frac{100}{20} \cdot \frac{175}{25}$.

Roata de 80 de dinți se montează pe axul capului divizor *a*, iar roata de 25 dinți pe șurubul conducător ai mesei *b*.

Cuiul de fixare al capului divizor se va roti din 20 în 20 găuri pe cercul de 100 găuri al discului divizor.

— *Capul divizor cu melc* (fig. 7.100) este prevăzut cu un melc *2*, angrenat cu o roată melcată *3*, fixată rigid pe acul *4* al capului divizor. Pe axul melcului *1* se fixează alidada *4* și discul divizor *6* care nu se poate roti. Rotind melcul cu o rotație, dacă roata melcată are *n* dinți, axul capului divizor se va roti cu 1/*n* dintr-o rotație. Cu acest cap divizor se poate obține un număr foarte mare de divizuni: se pot de asemenea freza și canale elicoidale, dacă între axul melcului și șurubul conducător al mesei mașinii de frezat se intercalează un angrenaj cu roți dințate.

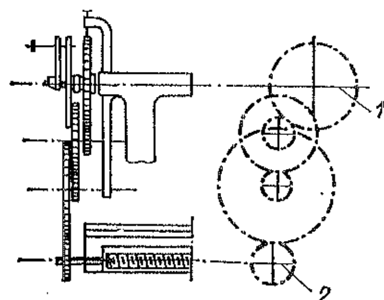


Fig. 7.99. Angrenaj între axul capului divizor și șurubul conducător:
1 — axa aparatului divizor; *2* — axa șurubului conducător al mesei.

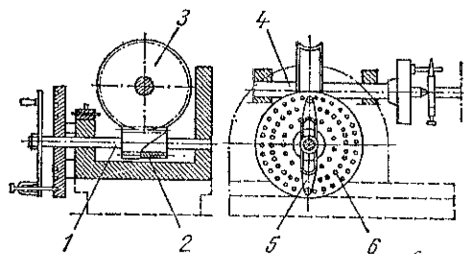


Fig. 7.100. Cap divizor cu melc.

Exemplul numeric. Să se taie o roată dințată cu 14 dinți, cunoscînd că roata melcată a capului divizor are 40 de dinți.

Piesa trebuie rotită cu $\frac{40}{14} = 2 + \frac{12}{14}$ **rotații.**

Cu mînerul care rotește melcul se vor executa două rotații complete, după care cuiul mînerului se va deplasa cu 12 găuri pe cercul cu 14 găuri al discului divizor.

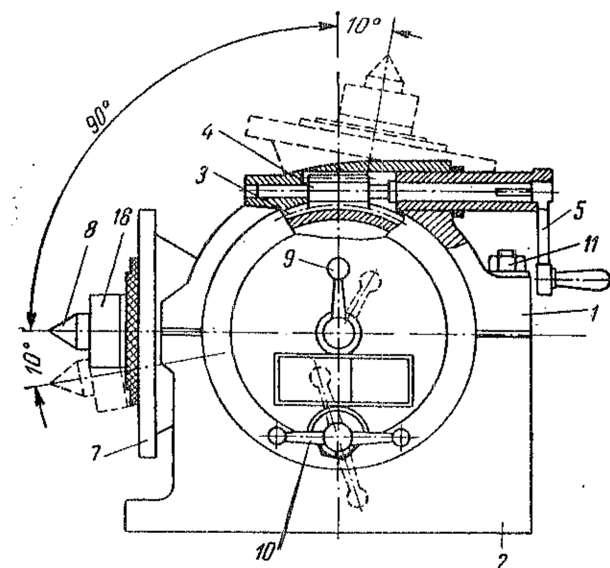


Fig. 7.101. Cap divizcr universal cu discuri:
1 — corp principal; *2* — suport; *3* — roată melcată; *4* — melc; *5* — manivelă; *6* — ax de divizare; *7* — disc divizor; *8* — vîrf; *9* — mîner pentru blocarea axului de divizare; *10* — mîner pentru dezangrenarea roții elicoidale; *11* — piuliță de blocare a capului divizor la unghiul de înclinare dorit.

— *Capul divizor universal cu discuri.* Spre deosebire de celelalte capete divizoare simple, corpul acestui cap divizor (fig. 7.101) se poate roti în jurul axei sale cu un unghi de 110°, permițînd astfel frezarea roților dințate conice și a pieselor care se prelucrează cu axul în poziție verticală.

Axul de divizare *F* este rotit cu ajutorul roții melcate *L* și a melcului *K* (fig. 7.102). În timpul frezării, axul de divizare se blochează prin strîngerea mînerului *9* (fig. 7.101).

La unele capete divizoare, roata melcată *L* poate fi scoasă din angrenarea cu melcul *K* pentru a face posibilă împărțirea directă cu discul divizor prin rotirea cu mîna a axului de divizare *F*. Această

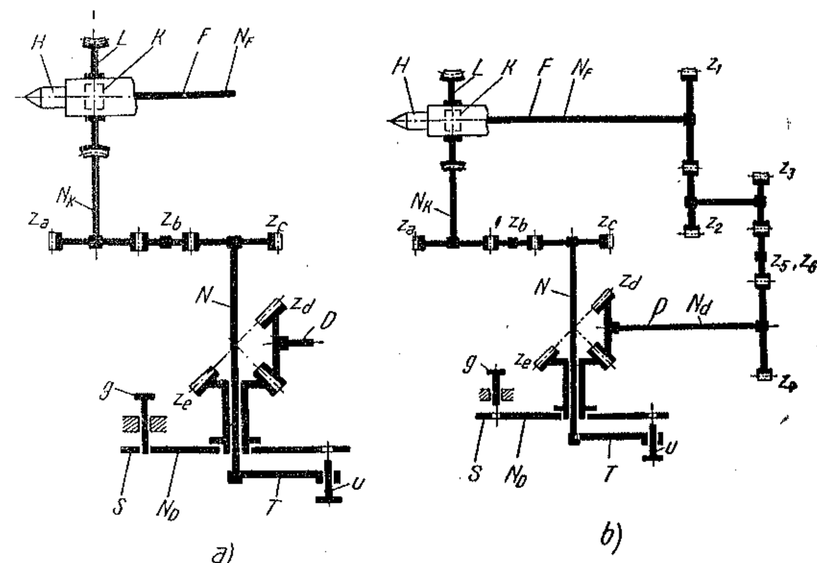


Fig. 7.102. Schema de funcționare a capului divizor universal cu discuri:
a — schemă pentru divizare indirectă; *b* — schemă pentru divizare diferențială; N_F — numărul de rotații ale axului de divizare *F*; *F* — ax de divizare; *K* — melc; *L* — roată melcată; *H* — vîrf de prindere al piesei; N_D — numărul de rotații ale melcului; z_a, z_b și z_c — roți dințate cilindrice de transmisie; N_K — numărul de rotații ale discului divizor; *S* — disc de divizare; *T* — manivelă pentru rotirea melcului *K*; *u* — cui de blocare a manivelei *T*; *E* — ax; $z_1 z_2$, z_3, z_4, z_5, z_6 și z_7 — roți dințate de schimb pentru împărțirea diferențială.

dezangrenare a melcului se obține cu ajutorul unui excentric acționat de mînerul *10* (v. fig. 7.101 și 7.102).

Majoritatea capetelor divizoare de acest tip au ca accesorii o păpușă mobilă, mai multe discuri divizoare (cu cercuri avînd 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 27, 29, 31, 33, 37, 39, 41, 43, 47 și 49 găuri), o trusă cu roți de schimb pentru împărțirea diferențială (roți cu 24, 28, 30, 32, 39, 40, 44, 48, 56, 64, 68, 82, 76, 86, 96, 100 și 127 dinți), o trusă cu roți de schimb pentru frezarea elicelor (roți cu 24, 24, 28, 28, 30, 32, 39, 40, 44, 48, 48, 56, 64, 68, 72, 86, 96, 100 și 127 dinți și eventual și alte roți cu numere de dinți multiple de 5.

Cu ajutorul capului divizor universal cu discuri, divizarea se poate face prin: divizare directă, divizare indirectă și divizare diferențială.

a. **Divizare directă.** Axul de divizare avînd piesa fixată pe el (între vîrfuri sau universal) se rotește direct cu mîna, reglîndu-se poziția pentru divizarea dorită după cele 24 sau 60 găuri existente pe discul 7; în timpul frezării piesei, axul de divizare și discul 7 se blochează cu ajutorul unui cui de fixare.

Astfel, dacă axul cu discul se rotește, și cuiul se introduce din trei în trei găuri ale discului (cu 24 găuri), piesa care se prelucrează va fi divizată în opt părți egale.

b. **Divizare indirectă.** Schema de funcționare a capului divizor pentru divizarea indirectă este arătată în fig. 7.102, *a*. În acest caz, este necesară antrenarea roții melcate L și a melcului K cu ajutorul manivelei T, cum și folosirea unui disc divizor a cărui poziție se blochează prin cuiul de fixare g.

Pentru stabilirea formulelor de calcul pentru divizarea indirectă se notează, prin:

- i — raportul de transmitere al capului divizor;
- i_1 — raportul de transmitere pentru angrenajul melc-roată melcată;
- i_2 — raportul de transmitere al roților de transmisie z_s și z_a;
- N_F — numărul de rotații ale axului de divizare F, respectiv al piesei de divizat;
- N_K — numărul de rotații ale melcului K;
- M — numărul de începuturi ale melcului K;
- z — numărul de dinți ai roții melcate L;
- N — numărul de rotații ale manivelei T;
- Z — numărul de divizări egale pe piesă;
- K_d — caracteristica capului divizor;
- N_g — numărul de găuri pentru mutarea indicatorului pe discul divizor S;
- G — numărul găurilor unui cerc de pe discul divizor S.

Cunoscînd că, în general, în construcția capului divizor cu discuri, avem: $z_a = z_c$; $z = 40$ și $M = 1$, raportul de transmitere al capului divizor este dat de relația $i = i_1 \times i_2 = \frac{N_F}{N_K} \times \frac{N_K}{N} = \frac{M}{Z} \times \frac{z_c}{z_a} = \frac{M}{z}$.

Caracteristica capului divizor se ia: $K_d = \frac{1}{i} = \frac{Z}{M} = \frac{40}{1} = 40.$

În mod obișnuit, capetele divizoare se construiesc cu una din următoarele caracteristici: $K_d = 40$, $K_d = 60$ sau $K_d = 80$.

Formula de calcul I. Pentru o singură divizare $\left(\frac{1}{Z}\text{ din circumferință}\right)$, manivela T trebuie rotită cu: $N_F = \frac{1 \text{ (rotație)}}{Z \text{ (numărul de împărțiri)}} = \frac{1}{Z}$ rotații.

$$\text{În acest caz } K_d = \frac{N}{N_F} = \frac{N}{\frac{1}{Z}} = N \times Z, \text{ deci } N = \frac{K_d}{Z}. \quad (1)$$

Exemplu: Să se taie un alezor cu 25 dinți folosind un cap divizor a cărui caracteristică $K_d = 40$m.

Folosind formula (1), se obține $N = \frac{K_d}{Z} = \frac{40}{24} = 1 + \frac{16}{24} = 1 + \frac{2}{3} = 1 + \frac{12}{18}$.

S-a ales o fracție cu numitorul 18 pentru ca să se poată folosi unul din discurile de divizare pe care le are în mod obișnuit un cap divizor.

După tăierea primului canal al alezorului, manivela T va face o rotație completă, plus 12 găuri pe cercul de 18 găuri al discului divizor.

Dacă se folosește indicatorul, atunci între limbi se vor lua $12 + 1 = 13$ găuri.

Formula de calcul II. Numărul de rotații ale manivelei se deduce din formula $N = N_g/G$. Din această relație rezultă numărul de găuri N_g pentru indicator:

$$N_g = G \cdot N = \frac{G \cdot K_d}{Z}. \quad (2)$$

Pentru simplificare, se descompun în prealabil valorile lui K_d și Z în factori primi și se simplifică factorii comuni. Se caută apoi numărul de găuri G de pe un cerc al unui disc în care să se cuprindă numerele prime rămase la numitorul fracției K_d/Z.

Exemplu: Să se taie o roată dințată cu 156 dinți, folosind un cap divizor cu caracteristica $K_d = 40$.

Aplicînd formula (2), se obține: $N_g = \frac{G \cdot K_d}{Z} = \frac{G \cdot 40}{156} = \frac{G \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 5}{2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 13} = \frac{G \cdot 2 \cdot 5}{3 \cdot 13}$.

Se observă că numitorul ultimei fracții are aceiași factori ca și cercul cu 39 găuri; deci $G = 39$.

În acest caz: $N_g = \frac{G \cdot K_d}{Z} = \frac{39 \cdot 40}{156} = 10$.

Rezultă că manivela T se va deplasa pe cercul cu 39 găuri cu cîte 10 găuri + (10 distanța între găuri) pentru fiecare divizare.

c. **Divizarea diferențială.** Schema de funcționare a capului divizor universal cu discuri în acest caz este arătată în fig. 7.102, *b*. Eliberînd discul divizor S de cuiul de blocare g și rotind manivela T, se rotește melcul K și cu el roata melcată L și axul de divizare F. Axul de divizare transmite mai departe această mișcare cu ajutorul unui angrenaj de roți de schimb ($z_1, z_2, z_3, z_4, z_5, z_6$) la roțile conice ($z_a$, z_c) și acestea

la discul divizor S. După numărul de roţi de schimb, mişcarea discului divizor se face în acelaşi sens, sau în sens contrar deplasării manivelei T cu care se antrenează axul de divizare. Se obţine astfel o *mişcare diferenţială* a manivelei T (şi deci şi axului de divizare) faţă de discul divizor S. După cum mişcarea discului divizor se face în acelaşi sens sau în sens contrar deplasării manivelei T, unghiul real de deplasare al axului de divizare este egal cu unghiul descris de manivela T, la care se adaugă sau se scade, după caz, unghiul de deplasare al discului divizor.

Principiul divizării diferenţiale constă în alegerea unei divizări superioare sau inferioare (X) faţă de divizarea cerută (Z), care să se poată efectua prin metoda indicată cu unul din discurile S din trusa capului divizor şi în calcularea unei transmisii cu roţi de schimb prin care să se poată da discului S mişcarea necesară pentru divizarea cerută.

Prin această metodă de divizare diferenţială se poate executa orice număr de divizări şi în special acele divizări care reprezintă un număr prim (în cazurile cînd divizarea indirectă nu este posibilă).

Pentru calculul divizării diferenţiale, se notează prin:

Z — numărul de divizări ale piesei (divizarea reală);

X — un număr oarecare, foarte apropiat de Z, şi prin care se poate face divizarea prin metoda indirectă.

Formulele de calcul I. Considerînd că z_1, z_2, z_3 şi z_4 sînt roţi de schimb; z_5 şi z_6 sînt roţi intermediare şi $z_d/z_e = 1$, formulele de calcul pentru numărul N de rotaţii ale manivelei T faţă de discul S şi pentru raportul de transmitere i al roţilor de schimb sînt următoarele:

$$N = K_d/X \tag{3}$$

$$i = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} = \frac{K_d}{X}(X - Z). \tag{4}$$

Formulele de calcul II. Numărul de găuri N cu care se deplasează manivela T de cercul cu G găuri este $N_g = \frac{G \times K_d}{X}$, (5)

iar raportul de transmitere pentru roţile de schimb:

$$i = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} = \frac{N_g}{G}(X - Z). \tag{6}$$

Se menţionează că formulele (4) şi (6) se aplică dacă Z este mai mic decît X; în cazul cînd Z este mai mare decît X, pentru a se evita valori negative pentru i, se aplică formulele:

$$i = \frac{K_d}{X}(Z - X), \tag{4'}$$

$$i = \frac{N_g}{G}(Z - X). \tag{6'}$$

Este de observat că în cazul cînd $Z < X$, discul divizor se roteşte în acelaşi sens cu manivela T; dacă $Z > X$, atunci discul divizor S se roteşte în sens contrar celui al manivelei T.

Exemple: 1. Să se dividă un cerc într-un număr de 172,5 părţi egale, cu ajutorul unui cap divizor universal a cărui caracteristică este $K_d = 40$.

Pentru acest număr de diviziuni (272,5) nefiind posibilă divizarea indirectă, se aplică metoda diferenţială alegînd o divizare aparentă $X = 280$, care este apropiată de 272,5 şi prin care divizarea indirectă este posibilă.

Aplicînd formulele (3) şi (4) se obţine $N = \frac{K_d}{X} = \frac{40}{280} = \frac{1}{7} = \frac{3}{21}$;

$$i = \frac{K_d}{X}(X - Z) = \frac{40}{280}(280 - 273,5) = \frac{7,5}{7} = \frac{30}{28} = \frac{z_1}{z_4}.$$

Rezultă că se poate folosi discul cu 21 găuri ($G = 21$) pe care se va deplasa manivela pentru fiecare divizare cu 3 + 1 găuri ($N_g = 3$).

Ca roţi de schimb se iau: roata $z_1 = 30$ dinţi şi roata $z_4 = 28$ dinţi (v. fig. 7.102, *b*). În acest caz avînd $Z < X$, manivela T şi discul S se vor roti în acelaşi sens.

2. Să se taie la o freză disc un număr de 63 dinţi cu un cap divizor universal a cărui caracteristică este $K_d = 40$.

Dacă se ia $X = 64$ şi se aplică această valoare în formulele (3) şi (4), se obţine:

$$N = \frac{K_d}{X} = \frac{40}{64} = \frac{5}{8} = \frac{15}{24} = \frac{20}{32}$$

şi

$$i = \frac{K_d}{X}(X - Z) = \frac{40}{64}(64 - 63) = \frac{40}{64} = \frac{z_1}{z_4}.$$

Din prima formulă rezultă că $G = 24$ sau 32 şi $N_g = 16$, respectiv 20.

Roţile de schimb vor fi: $z_1 = 40$ dinţi şi $z_4 = 64$ dinţi.

Deoarece $X > Z$, discul S şi manivela T se vor roti în sensuri opuse.

Dacă se ia $X = 62$, formulele (3) şi (4') devin: $N = \frac{K_d}{X} = \frac{40}{62} = \frac{20}{31}$ şi

$$i = \frac{K_d}{X}(Z - X) = \frac{40}{62}(63 - 62) = \frac{40}{62} = \frac{z_1}{z_4}.$$

Din prima formulă reiese că: $N_g = 20$ şi $G = 31$.

Rezultă deci că manivela T se va roti cu 20 găuri pe cercul cu 31 găuri şi va avea acelaşi sens de rotaţie cu cel al discului divizor.

Din a doua formulă se deduce că sînt necesare numai două roţi de schimb şi anume: $z_1 = 40$ dinţi şi $z_4 = 62$ dinţi.

d. **Tabelă generală de divizări.** De obicei, în instrucţiunile de folosire a capului divizor universal sînt date şi tabelele generale de divizări, din care se pot deduce pentru divizările diferenţiale următoarele date:

— valorile lui X pentru divizarea aparentă;

— numărul de dinţi ai roţilor de schimb, z_1, z_2, z_3 şi z_4;

— numărul de dinţi ai roţilor intermediare..

Capul divizor universal cu mecanism planetar.

Cu acest cap divizor (fig. 7.103) se pot face toate operațiile care se pot realiza cu capul divizor universal cu discuri divizoare. Față de acesta prezintă însă o serie de avantaje, deoarece nu necesită discuri divizoare și majoritatea divizărilor se pot face cu o singură rotație a manivelei T sau cu un număr întreg de rotații ale acesteia.

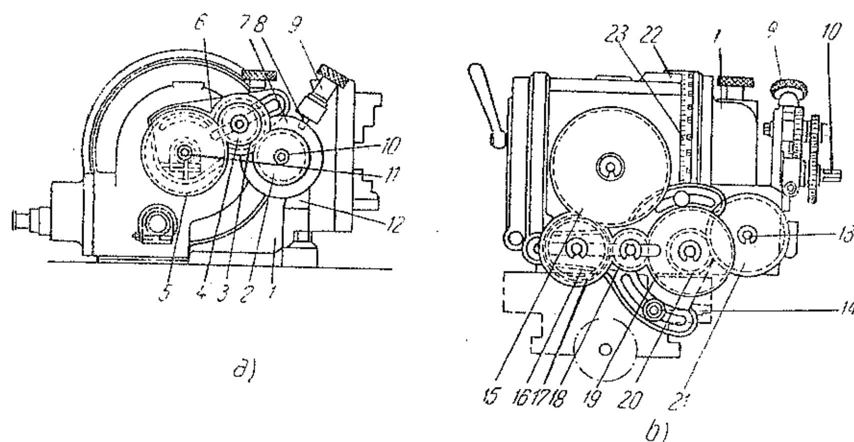


Fig. 7.103. Cap divizor universal cu mecanism planetar (v. și fig. 7.104):

a – vedere laterală; *b* – vedere din spate; *1* – carcasă; *2, 3, 4* și *5* – roți dințate de schimb pentru transmisia manivelei; *6* – liră; *7* – discul; *8* – cuiul de blocare *p*; *9* – buton pentru cuiul *p*; *10* – axul *t*; *11* – axul *M*; *12* – axul de divizare *F*; *13* și *14* – șuruburi de fixare; *15, 16, 17, 18 19, 20*, și *21* – roți dințate de schimb (z_1, z_2, z_3, z_4) și roți intermediare; *22* – corpul; *23* – cerc gradat pentru așezarea capului divizor la unghiul necesar.

Caracteristic în construcția acestui cap divizor este prezența unui mecanism planetar, formulat dintr-o roată dințată cu dantură exterioară (z_b) și interioară) (z_i), două roți satelite (z_s) și un disc (f) care poartă sateliții (fig. 7.104).

La divizarea indirectă (fig. 7.104 *a*), cuiul de blocare s este desfăcut, iar cuiul i este strîns, blocînd astfel axul D și roata cu dantură dublă ($z_b - z_i$). Mișcarea de rotație a axului t cu ajutorul manivelei T este transmisă prin sateliții z_s și roata dințată z_p la axul de divizare F.

La divizarea diferențială (fig. 7.104, *b*) cuiul s și cuiul i sînt desfăcute. În acest caz. roata cu dantură exterioară și interioară primește mișcarea de la manivela T, respectiv axul t, peste care se suprapune mișcarea suplimentară de la axul de divizare prin roțile de schimb (z_{d1}, z_{d2}, z_{d3}, z_{d4}) și axul D. Cu rezultanta acestor două mișcări se rotește axul de divizare F.

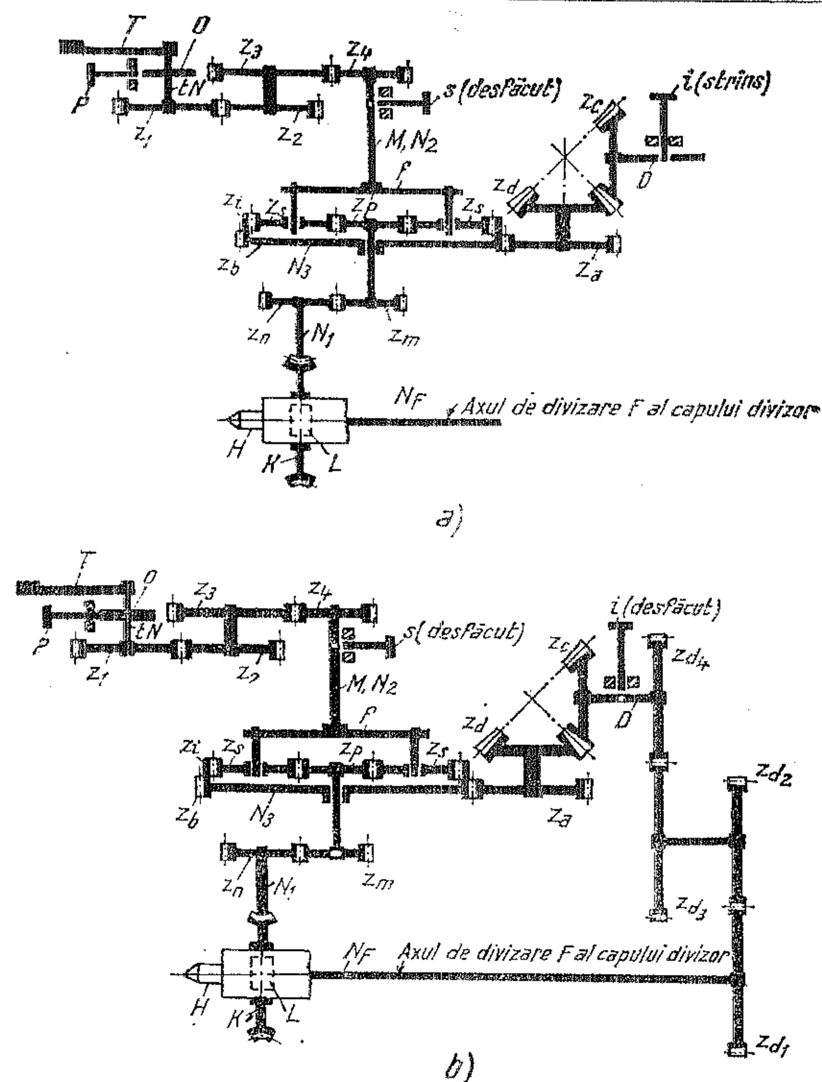


Fig. 7.10 4. Schema de funcționare a capului divizor universal cu mecanism planetar:

a – schemă pentru divizare indirectă; *b* – schemă pentru divizare diferențială; *T* – manivelă; *o* – disc solidar cu axul *t*; *p* – cui de blocare a axului *t*; N_1 – numărul de rotații ale axului *t* și ale manivelei *T*; z_1, z_2, z_3, și z_4 – roți de schimb pentru transmisia manivelei *T*; *s* – cui de blocare a axului *M*; N_2 – numărul de rotații ale axului *M*; *f* – discul care poartă sateliții; z_p, z_s – roți dințate satelite; $z_b - z_i$ – roată dințată cu dantură interioară și exterioară; N_3 – numărul de rotații ale roții cu dantură dublă; z_m, z_n și z_p – roți dințate; N_1 – numărul de rotații ale melcului *K*; *L* – roată melcată; *K* – melc; *F* – axul de divizare; *N* – numărul de rotații ale axului de divizare; z_{d1}, z_{d2}, z_{d3} și z_{d4} – roți dințate de schimb pentru transmisia diferențială; *i* – cui de fixare a axului *D*; z_c și z_d – roți dințate conice.

La frezarea elicoidală, prin cuiul s strîns se blochează discul f. Roata dinţată cu dantură dublă primeşte, în acest caz, mişcarea de la şurubul conducător al mesei maşinii de frezat prin roţile de schimb (z_{d1}, z_{d2}, z_{d3}, z_{d4}) şi axul D şi o transmite prin sateliţii z_s şi z_p axului de divizare F. În acest caz, în fig. 7.104, b, legătura dintre axul de divizare F şi roata dinţată z_{d1} trebuie considerată întreruptă.

Trusele cu roţi de schimb conţin următoarele roţi dinţate:

— pentru transmisia manivelei 20, 24, 25, 27, 28, 30, 36, 40, 45, 60, 74, 76, 78, 80, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 92, 93, 94, 98, 100, 112 şi 120;

— pentru transmisia diferenţială: 20, 24, 25, 27, 28, 30, 32, 36, 40, 45, 48, 50, 60, 65, 70, 75, 80, 88, 90, 100, 120 şi 127;

— pentru transmisia la frezarea elicelor: 20, 24, 27, 28, 30, 36, 40, 45, 50, 60, 65, 70, 75, 80, 88, 90 şi 127.

Pentru calculul divizărilor se menţin notaţiile indicate mai sus, precum şi cele de la capul divizor universal cu discuri.

Divizarea indirectă. În acest caz, roţile de schimb pentru transmisia diferenţială lipsesc, iar formula cu ajutorul căreia se calculează raportul de transmitere i pentru roţile de schimb din transmisia manivelei este următoarea $i = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} = \frac{1}{N} \times \frac{15}{Z}$. (7)

În acest caz caracteristica capului divizor este $K_d = 15$.

Deoarece capul divizor este construit pentru rotaţii complete ale manivelei T, valoarea lui N se ia: $N = 1$, $N = 2$, $N = 3$ etc., după cum se pot aranja roţile dinţate z_1, z_2, z_3, z_4. De obicei, roţile dinţate se aranjează astfel ca să se obţină $N = 1$.

Exemple: 1. Să se determine roţile dinţate de schimb de la transmisia manivelei T pentru divizarea periferiei unei roţi în 90 părţi, printr-o singură rotaţie a manivelei.

Înlocuind în formula (7) pe $N = 1$ şi $Z = 90$ se obţine:

$$i = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} = \frac{1}{1} \cdot \frac{15}{90} = \frac{3}{6} \cdot \frac{5}{15} = \frac{30}{60} \cdot \frac{40}{120}.$$

Roţile de schimb vor fi: $z_1 = 30$; $z_2 = 60$; $z_3 = 40$ şi $z_4 = 120$ dinţi.

2. Să se stabilească roţile de schimb pentru $N = 1$ şi $Z = 18$. Raporul de transmitere, în acest caz, este: $i = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} = \frac{1}{N} \cdot \frac{15}{Z} = \frac{1}{1} \cdot \frac{15}{18} = \frac{30}{36}$.

Roţile de schimb vor fi: $z_1 = 30$ şi $z_4 = 36$ dinţi.

Dacă ele nu se pot angrena, se pot introduce roţi de schimb intermediare, deoarece acestea nu schimbă raportul de transmitere.

Divizarea diferenţială. Pentru un cap divizor universal cu mecanism planetar, rapoartele de transmitere i şi i_d se calculează cu formulele

$$i = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} = \frac{1}{N} \cdot \frac{15}{X} \qquad (8)$$

pentru raportul de transmitere al roţilor de schimb de la transmisia manivelei şi $i_d = \frac{z_{d1}}{z_{d2}} \cdot \frac{z_{d3}}{z_{d4}} = \frac{60}{X}(X - Z)$ (9)

pentru raportul de transmitere al roţilor de schimb de la transmisia diferenţială.

Construcţia acestui cap divizor este realizată pentru $K_d = 60$, $z_i = 3z_p$ şi $z_b = 3z_a$ ($z_i = 66$ dinţi; $z_p = 22$ dinţi; $z_a = 28$ dinţi şi $z_b = 84$ dinţi).

În cazul cînd $Z > X$, se va introduce în transmisia diferenţială o roată intermediară pentru schimbarea sensului de rotire.

Exemplu: Să se dividă un disc în 171 părţi folosind un cap divizor universal cu mecanism planetar (avînd $K_d = 60$; $z_i = 3z_p$ şi $z_v = 3z_a$) şi printr-o singură rotaţie a manielei ($N = 1$).

Divizarea $Z = 171$ neputîndu-se efectua prin metoda indirectă, se alege o divizare aparentă $X = 170$.

Înlocuind în formulele (8) şi (9) valorile cunoscute din enunţ, se obţine:

— raportul de transmitere pentru transmisia manivelei

$$i = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} = \frac{1}{N} \cdot \frac{15}{X} = \frac{1}{1} \cdot \frac{15}{170} = \frac{3 \cdot 5}{10 \cdot 17} = \frac{24}{80} \cdot \frac{25}{85};$$

deci: $z_1 = 24$; $z_2 = 80$; $z_3 = 25$ şi $z_4 = 85$ dinţi;

— raportul de transmitere pentru transmisia diferenţială:

$$i_d = \frac{60}{X}(X - Z) = \frac{60}{170}(170 - 171) = -\frac{60}{170} = -\frac{6}{17}.$$

Dacă se folosesc două angrenaje, dintre care unul trebuie să aibă roţile capului divizor ($z_{d3} = 27$ şi $z_{d4} = 54$ dinţi), atunci raportul de transmitere devine:

$$i_d = \frac{z_{d1}}{z_{d2}} \cdot \frac{27}{54} = \frac{6}{17}.$$

Rezultă că $\frac{z_{d1}}{z_{d2}} = \frac{54}{27} \cdot \frac{6}{17} = \frac{12}{17} = \frac{60}{85}$, deci: $z_{d1} = 60$ şi $z_{d2} = 85$ dinţi.

Pentru schimbarea sensului de rotaţie al axului de divizare F, se poate introduce o roată intermediară în transmisia diferenţială.

Divizarea cu capul divizor optic. La executarea lucrărilor deosebit de precise, cum sînt, de exemplu, controlul capetelor divizoare, executarea diviziunilor de precizie etc., se folosesc capete divizoare optice. Un astfel de cap este prevăzut cu un microscop şi cu scări gradate care permit măsurarea gradelor şi a minutelor, făcînd astfel posibilă verificarea cu mare precizie a fracţiunilor de rotaţie.

3.8.5.3. *Operaţii de frezare cu capul divizor.* Cu ajutorul capului divizor universal se pot executa la maşina de frezat universală importante operaţii de frezare la diferite scule aşchietoare (de exemplu, tarozi, alezoare, adîncitori, freze, burghie elicoidale etc.) sau la piese pentru

construcția aparatelor și mașinilor (de exemplu, roți dințate melcate, came cu profile în spirală, cremaliere cu dinți drepți sau înclinați etc.).

a. **Frezarea canalelor elicoidale.** În acest caz, piesa de prelucrat se prinde în capul divizor, care este fixat pe masa mașinii de frezat universal. Piesa execută o mișcare de avans longitudinală prin deplasarea masei mașinii și o mișcare de rotație imprimată de șurubul conducător al masei prin intermediul capului divizor al roților de schimb care stabilesc legătura cinematică între șurubul conducător și capul divizor.

Pentru realizarea pasului elicei de frezat (P_E) și a unghiului de înclinare (β) a canalului față de axa piesei, este necesar ca masa mașinii să fie rotită din poziția sa zero cu același unghi (β) și ca axul de divizare F al capului divizor să execute cu piesa o rotație completă, în timp ce masa mașinii de frezat înaintează cu un pas al elicei. Sensul de rotație se stabilește după înclinarea elicei.

La calcularea roților de schimb trebuie să se aibă în vedere tipul capului divizor care se folosește.

1. *Frezarea canalelor elicoidale cu cap divizor cu discuri* (fig. 7.105, *a*). Formulele de calcul pentru raportul de transmitere i_e al roților de schimb dintre șurubul conducător și capul divizor și pentru unghiul de înclinare β al mașinii de frezat sînt următoarele:

$$i_e = \frac{z_{e1}}{z_{e2}} \cdot \frac{z_{e3}}{z_{e4}} = \frac{K_d \cdot p}{P_E} \qquad (10)$$

$$\text{și } \operatorname{tg} \beta = \frac{L_c}{P_E} = \frac{\text{Lungimea cercului}}{\text{Pasul elicei}} = \frac{\pi \cdot D}{P_E}, \qquad (11)$$

în care: K_d este caracteristica capului divizor;
P_E — pasul elicei de frezat;
$z_{e1}, z_{e2}, z_{e3}, z_{e4}$ — roțile de schimb dintre capul divizor și șurubul conducător;
p — pasul șurubului conducător al mesei mașinii de frezat;
D — diametrul de divizare al piesei.

Trebuie avut în vedere că în formula (10) să se introducă p și P_E în aceleași unități de măsură, adică în milimetri sau în țoli.

Exemplu: Pe un cilindru cu diametrul de 100 mm să se taie o elice $P_E = 800$ mm, folosind un cap divizor cu discuri, avînd caracteristica $K_d = 40$ și o mașină de frezat universală cu pasul șurubului conducător $p = 6$ mm.

Înlocuind în formula (10) valorile cunoscute din enunț, se obține:

$$i_e = \frac{z_{e1}}{z_{e2}} \cdot \frac{z_{e3}}{z_{e4}} = \frac{K_d \cdot p}{P_E} = \frac{40 \times 6}{800} = \frac{3}{10} = \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{5} = \frac{24}{48} \cdot \frac{30}{50};$$

deci roțile de schimb vor fi: $z_{e1} = 24$; $z_{e2} = 48$; $z_{e3} = 30$; $z_{e4} = 50$ dinți.

Pentru stabilirea unghiului β se înlocuiesc în formula (11) valorile cunoscute, obținîndu-se: $\operatorname{tg}\beta = \frac{L_c}{P_E} = \frac{\pi \cdot D}{P_E} = \frac{3{,}14 \cdot 100}{800} = 0{,}3926$, iar $\beta = 21°26'$. (12)

Deci masa mașinii de frezat trebuie rotită cu 21°26'.

Caracteristica mașinii de frezat (K_m). Dacă raportul de transmitere al roților de schimb dintre capul divizor și șurubul conducător al mesei de frezat este 1/1, atunci, la o rotație a axului de divizare F, șurubul conducător execută 40 rotații (fig. 7.105 *a*). În acest caz, caracteristica mașinii de frezat este $K_m = K_d \cdot p$, în care p este pasul șurubului conducător al mesei.

Raportul roților de schimb se modifică: $i_e = \frac{K_d \cdot p}{P_E} = \frac{K_m}{P_E}$ sau: $i_e =$

$$= \frac{z_{e1}}{z_{e2}} \cdot \frac{z_{e3}}{z_{e4}} = \frac{K_m}{P_E}. \qquad (13)$$

Exemplu: Să se taie un canal elicoidal cu pasul $P_E = 300$ mm la o mașină de frezat al cărei șurub conducător are pasul $p = 6$ mm. Caracteristica capului divizor $K_d = 40$.

Raportul de transmitere se obține folosind formula (13):

$$i_e = \frac{K_m}{P_E} = \frac{z_{e1}}{z_{e2}} \cdot \frac{z_{e3}}{z_{e4}} = \frac{240}{300} = \frac{8 \cdot 3}{5 \cdot 6} = \frac{64}{40} \cdot \frac{24}{48}.$$

Roțile de schimb vor fi deci: $z_{e1} = 64$; $z_{e2} = 40$; $z_{e3} = 24$ și $z_{e4} = 48$ dinți.

2. *Frezarea canalelor elicoidale cu cap divizor cu mecanism planetar.* Schema de funcționare a capului divizor, în acest caz, diferă de schema capului divizor pentru împărțirea diferențială numai prin faptul că manivela T este blocată prin cuiul s și roata z_{e1} nu este montată pe axul de divizare F, ci pe axul șurubului conducător al mesei mașinii de frezat (fig. 7.105, *b*).

Formula de calcul pentru roțile de schimb, cînd se folosește un cap divizor cu caracteristica $K_d = 60$ și cu $z_i = 3z_p$, $z_b = 3z_a$, este următoarea: $i_e = \frac{z_{e1}}{z_{e2}} \cdot \frac{z_{e3}}{z_{e4}} = \frac{60 \cdot p}{P_E}$. (14)

Exemplu: Să se taie un melc cu diametrul primitiv $D_p = 26$ mm își modulul $m = 28$. cunoscînd că șurubul conducător al mesei mașinii de frezat are pasul $p = 4$ mm și capul divizor are caracteristica $K_d = 60$.

Raportul de transmitere al roților de schimb i_e se stabilește cu ajutorul formulei (14), în care se înlocuiește pasul melcului P_E prin produsul $\pi \cdot m$.

Înlocuind π cu fracția echivalentă $\frac{22}{7}$, rezultă $P_E = \pi \cdot m = \frac{22}{7} 28$.

Deci raportul de transmitere i_e se poate scrie sub forma:

$$i_e = \frac{z_{e1}}{z_{e2}} \cdot \frac{z_{e3}}{z_{e4}} = \frac{60 \cdot p}{P_E} = \frac{60 \cdot 4}{\frac{22}{7} 28} = \frac{10 \cdot 6}{2 \cdot 11} = \frac{80}{20} \cdot \frac{60}{88}.$$

Roţile de schimb vor fi $z_{e1} = 80$; $z_{e2} = 20$; $z_{e3} = 60$ şi $z_{e4} = 88$ dinţi.

Pentru stabilirea unghiului de rotire a mesei maşinii de frezat se foloseşte formula (11):

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{L}{P_E} = \frac{\pi \cdot D_p}{P_E} = \frac{3{,}14 \cdot 26}{\frac{22}{7} \cdot 28} = \frac{81{,}64}{88} = 0{,}9277, \text{ rezultînd}$$

$\beta \approx 42°50'$; masa maşinii de frezat trebuie deci rotită cu unghiul 42°50'.

Este de observat că în cazurile cînd din calculul efectuat pentru raportul de transmitere i_e nu rezultă roţi de schimb existente în trusa

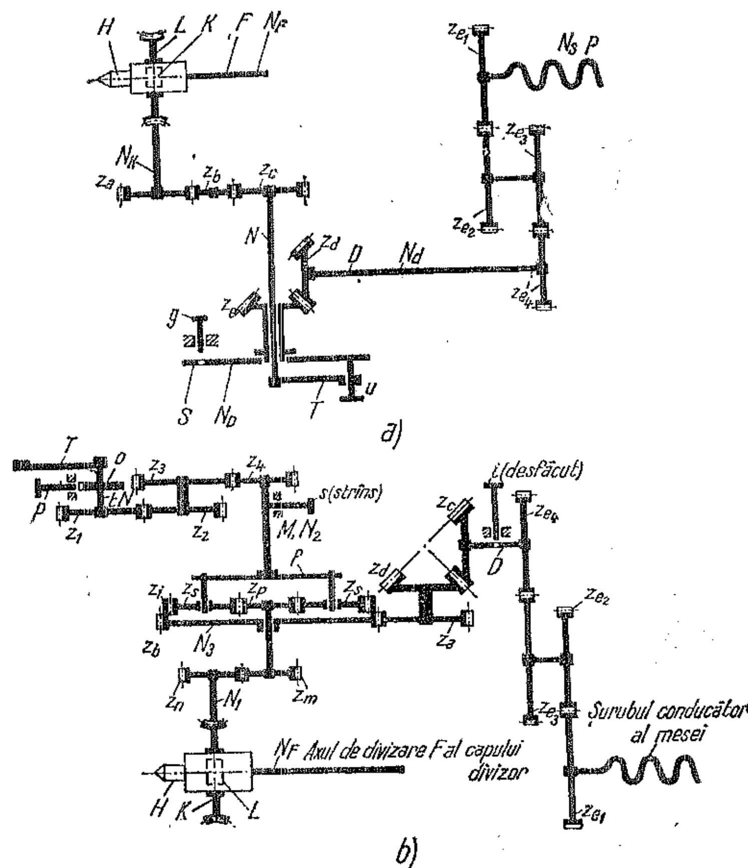


Fig. 7.105. Schema de funcţionare a capului divizor universal pentru frezarea canalelor elicoidale:

a — cap divizor universal cu discuri; *b* — cap divizor universal cu mecanism planetar.

capului divizor, se obişnuieşte să se facă legătura direct între şurubul conducător al mesei şi axul de divizare al capului divizor.

În acest caz, formula pentru raportul de transmitere al roţilor de schimb devine: $i_e = \dfrac{p}{P_E}$. (15)

b. **Frezarea roţilor cilindrice cu dinţi drepţi.** Operaţia de divizare a roţii se face cu ajutorul capului divizor după unul din procedeele arătate în subcapitolul precedent (3.8.5.2).

Alegerea frezei modul se face după numărul de dinţi ai roţii, după modulul roţii şi după unghiul de angrenare α (20°, 15° sau 14°30′); acest unghi este gravat pe frezele modul şi se dă de către constructor.

c. **Frezarea roţilor cilindrice cu dinţi înclinaţi.** Alegerea frezei modul se face după modulul normal m_n al roţii şi după numărul ideal de dinţi Z_i; unghiul de angrenare este cel indicat de constructor (20°, 15° sau 14°30′).

Numărul ideal de dinţi Z_i se stabileşte cu formula:

$Z_i = Z/\cos^3\beta$, în care (16)

Z este numărul de dinţi ai roţii, iar β — unghiul de înclinare a dinţilor.

Exemplu: La o maşină de frezat universală cu caracteristica $K_m = K_d \cdot p = 240$, cu ajutorul unui cap divizor universal cu discuri cu caracteristica $K_d = 40$, să se frezeze la o roata cilindrică dinţi înclinaţi cu următoarele caracteristici: modulul normal $m_n = 3$; numărul de dinţi $Z = 58$; unghiul de înclinare a dinţilor $\beta = 20°$ şi unghiul de angrenare $\alpha = 20°$.

— *Alegerea frezei modul.* Numărul ideal de dinţi se deduce din formula (16):

$$Z_i = \frac{Z}{\cos^3\beta} = \frac{58}{\cos^3 20°} = 70 \text{ dinţi.}$$

Pentru $Z_i = 70$, corespundă o freză modul nr. 7.

— *Frezarea elicei.* Pentru determinarea raportului de transmitere i_e se aplică formula (13):

$$i_e = \frac{K_m}{P_E} = \frac{z_{e1}}{z_{e2}} \cdot \frac{z_{e3}}{z_{e4}},$$

în care pasul elicei este $P_E = \dfrac{\pi \cdot D_d}{\operatorname{tg}\beta} = \dfrac{\pi \cdot m_a \cdot Z}{\operatorname{tg}\beta}$.

Înlocuind modulul aparent $m_a = \dfrac{m_n}{\cos\beta} = \dfrac{3}{0{,}9397} = 3{,}19$ mm, se obţine:

$$P_E = \frac{3{,}14 \cdot 3{,}19 \cdot 58}{0{,}3640} = 1\,600 \text{ mm.}$$

Deci:

$$i_e = \frac{K_m}{P_E} = \frac{240}{1\,600} = \frac{3 \cdot 8}{8 \cdot 20} = \frac{24}{64} \cdot \frac{40}{100} = \frac{z_{e1}}{z_{e2}} \cdot \frac{z_{e3}}{z_{e4}}$$

şi roţile de schimb vor fi: $z_{e1} = 24$; $z_{e2} = 64$; $z_{e3} = 40$ şi $z_{e4} = 100$ dinţi.

— *Divizarea cu capul divizor.* Se utilizează metoda indirectă, folosind formula (1):

$$N = \frac{K_d}{Z} = \frac{40}{58} = \frac{20}{29}.$$

Pentru fiecare divizare, maneta T se va deplasa peste 20 găuri pe cercul de 29 găuri.
— *Rotirea mesei maşinii de frezat.* Masa maşinii de frezat trebuie rotită cu unghiul $\beta = 20°$.

d. Frezarea roţilor. La frezarea roţilor se procedează la fel ca la frezarea canalelor elicoidale. Formulele pentru rapoartele de transmitere din care se deduc roţile de schimb, precum şi calculul pentru determinarea unghiului de înclinare al mesei maşinii de frezat sînt ca atare identice cu cele arătate la prelucrarea canalelor elicoidale.

Alegerea frezei modul se face după criteriile indicate la roţile dinţate cilindrice cu dinţi înclinaţi, adică pentru modulul normal, pentru numărul ideal de dinţi şi pentru unghiul de angrenare $\alpha°$.

Exemplu: Să se frezeze dinţii la două roţi elicoidale care fac parte dintr-un angrenaj şi ale căror axe se intersectează sub un unghi drept ($\pi = 90°$), cunoscînd următoarele date: şurubul conducător al mesei maşinii de frezat are pasul $p = 5/8''$; caracteristica capului divizor este $K_d = 40$; $z_1 = 30$ dinţi; $z_2 = 36$ dinţi; înclinarea dinţilor este $\beta_1 = 50°$ şi $\beta_2 = 40°$, iar $m_n = 2$.

Roata I

Modulul aparent $m_{a1} = \frac{m_n}{\cos\beta_1} = \frac{2}{\cos 50°} = \frac{2}{0,6428} = 3,111$ mm.

Diametrul de divizare $D_{d1} = m_{a1} \cdot Z_1 = 3,111 \cdot 30 = 93,33$ mm.

Pasul elicei $P_{E1} = \frac{\pi \cdot D_{d1}}{\operatorname{tg} 50°} = \frac{3,14 \cdot 93,33}{1,1918} = 246 \text{ mm} = 9^{11}/_{16}''$.

Frezarea dinţilor Raportul roţilor de schimb i_{e1} rezultă din formula (10):

$$i_{e1} = \frac{K_d \cdot p}{P_{E1}} = \frac{40 \cdot \frac{5''}{8}}{9\frac{11'}{16}} = \frac{\frac{325}{8}}{\frac{155}{16}} = \frac{130}{31} \approx \frac{130}{32} = \frac{10 \cdot 13}{4 \cdot 8} = \frac{100}{40} \cdot \frac{38}{24}.$$

Roţile de schimb vor fi deci: $z_{e1} = 100$; $z_{e2} = 40$; $z_{e3} = 39$ şi $z_{e4} = 24$ dinţi.

$$\text{În acest caz: } P_{E1} = \frac{40 \cdot p}{i_{e1}} = \frac{40 \cdot \frac{5''}{8}}{\frac{130}{32}} = \frac{325 \cdot 32}{130 \cdot 8} = 10'' = 254 \text{ mm}.$$

Pasul elicei fiind mare, eroarea de 8 mm a pasului elicei nu are influenţă defavorabilă asupra calităţii angrenajului.
— *Rotirea mesei maşinii de frezat se face* cu unghiul $\beta_1 = 50°$.
— *Alegerea frezei modul* se face după numărul ideal de dinţi care este dat de relaţia:

$$Z_{i1} = \frac{z_1}{\cos^3\beta_1} = \frac{30}{0,6428^3} \approx 112 \text{ dinţi}.$$

Pentru acest număr de dinţi corespunde freza modul nr. $7\,^1/_2$.

Roata II

Modulul aparent $m_{a2} = \frac{m_n}{\cos\beta_2} = \frac{2}{\cos 40°} = \frac{2}{0,7660} = 2,61$ mm.

Diametrul de divizare $D_{d2} = m_{a2} \cdot Z_2 = 2,61 \cdot 36 = 83,96$ mm.

Pasul elicei $P_{E2} = \frac{\pi \cdot D_{d2}}{\operatorname{tg}\beta_2} = \frac{3,14 \cdot 93,33}{\operatorname{tg} 40°} = \frac{295,03}{0,8391} = 351 \text{ mm} \approx 12\,^{13}/_{16}''$.

— **Frezarea dinţilor.** Raportul roţilor de schimb i_{e2} se deduce din formula (10):

$$i_{e2} = \frac{K_d \cdot p}{P_{E2}} = \frac{40 \cdot \frac{5''}{8}}{13\frac{13''}{16}} = \frac{\frac{325}{8}}{\frac{221}{16}} = \frac{650}{221} = \frac{25 \cdot 2}{17 \cdot 1} = \frac{100 \cdot 40}{68 \cdot 24} = \frac{100}{24} \cdot \frac{48}{68};$$

roţile de schimb vor fi: $z_{e1} = 100$; $z_{e2} = 24$; $z_{e3} = 48$; $z_{e4} = 68$ dinţi.
— *Rotirea mesei maşinii de frezat* se face cu unghiul $\beta_2 = 40°$.
— *Alegerea frezei modul* se stabileşte după numărul ideal de dinţi;

$$Z_{i2} = \frac{z_2}{\cos^3\beta_2} = \frac{36}{0,7660^3} \approx 80 \text{ dinţi}.$$

Pentru acest număr de dinţi corespunde o freză modul nr. $7\,^1/_2$.

e. Frezarea roţilor elicoidale ale angrenajelor mele — roată melcată. Prelucrarea la maşina de frezat universală a acestor roţi se realizează printr-o frezare de degroşare şi o frezare de finisare.

Prima operaţie se realizează cu o freză frontală de profil trapezoidal apropiat; această freză avînd diametrul exterior egal cu cel al melcului cu care trebuie să angreneze roata, se aşază deasupra şi la mijlocul roţii melcate. Masa maşinii de frezat, după ce se roteşte cu unghiul de înclinare γ al elicei melcului, se ridică treptat, astfel ca adîncimea dintelui să fie aceea stabilită pentru degroşare. După prelucrarea unui dinte, masa maşinii se coboară şi cu ajutorul capului divizor piesa se roteşte pentru poziţia dintelui următor.

Unghiul de înclinare al elicei melcului se obţine din relaţia:

$$\operatorname{tg}\gamma = \frac{P_{E1}}{\pi \cdot D_{d1}} \tag{17}$$

în care: D_{d1} este diametrul de divizare al melcului;
P_{E1} — pasul melcului.

Pentru operaţia de finisare, roata cu dinţii degroşaţi se montează liber între vîrful capului divizor şi al păpuşii mobile. Freza melc cu acelaşi profil pe care-l are melcul se fixează în capul arborelui principal al maşinii de frezat şi în poziţie de angrenare cu roata dinţată degroşată.

Masa mașinii de frezat se află în poziția zero. Pentru prelucrare, în timp ce freza se rotește, masa mașinii de frezat execută o mișcare de avans vertical pînă cînd se obține formarea dinților și distanța prevăzută între axele melcului și roții melcate.

În formulă, atît pasul cît și diametrul de divizare trebuie introduși în aceleași unități de măsură (milimetri sau țoli).

Exemplu: Să se determine unghiul de rotire a mesei mașinii de frezat pentru degroșarea unei roți melcate, cunoscînd următoarele elemente ale melcului cu care angrenează: pasul $P_{E1} = 2''$; diametrul de divizare $D_{d1} = 120$ mm și numărul de începuturi $M=1$.

Introducînd în formula (17) valorile date în enunț, se obține:

$$\operatorname{tg}\gamma = \frac{P_{E1}}{\pi \cdot D_{d1}} = \frac{2''}{\pi \cdot 120} = \frac{2 \cdot 25{,}4}{3{,}14 \cdot 120} = 0{,}134,$$

de unde $\gamma = 7°40'$.

f. **Prelucrarea danturii frezelor frontale și unghiulare.** La frezarea dinților frontali ai frezelor frontale sau unghiulare trebuie ca marginile tăietoare să aibă aceeași lățime pe toată lungimea lor. De asemenea trebuie să se asigure coincidența precisă a canalelor de pe suprafața frontală, cu cele tăiate anterior pe partea cilindrică sau conică a frezei. În acest scop, este necesar ca axul capului divizor să fie astfel înclinat încît primul canal frontal, adică acela care se frezează la prima trecere, să coincidă exact cu canalul respectiv frezat mai înainte pe partea cilindrică sau conică.

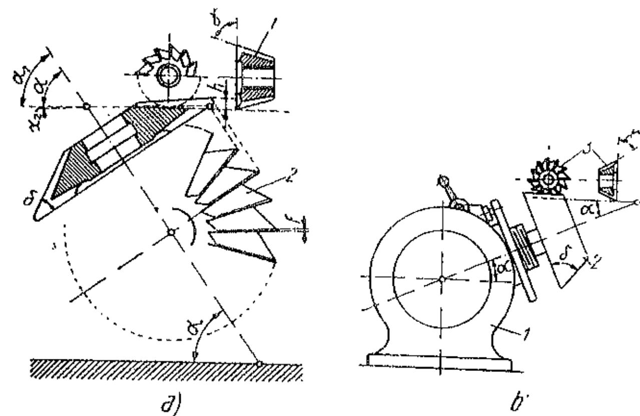


Fig. 7.106. Frezarea dinților la o freză frontală:
a — schemă de calcul; *b* — schemă de montaj a frezei de lucru și a frezei care se prelucrează; *1* — cap divizor; *2* — freză frontală care se prelucrează; *3* — freza de lucru; γ — unghiul la vîrf al frezei de lucru; *p* — pasul unghiular; *h* — adîncimea de frezare; *f* — lățimea fațetei.

Înclinarea capului divizor depinde de numărul de dinți ai frezei ce se prelucrează și de unghiul frezei conice cu care se taie dinții.

1. *Frezarea dinților frezelor frontale* (fig. 7.106). Unghiul de înclinare a axului capului divizor se determină cu formula:

$$\cos\alpha = \operatorname{tg}\beta \cdot \operatorname{ctg}\gamma, \quad (18)$$

în care: β este pasul unghiular al frezei ($\beta = 360°/Z$) care se prelucrează;

γ — unghiul la vîrf al frezei de lucru (de obicei acest unghi are valorile: 50°, 55°, 60°, 65°, 70°, 75°, 80°, 85°);

Z — numărul de dinți ai frezei care se prelucrează;

α — unghiul de înclinare a capului divizor.

Exemplu: Să se determine unghiul de înclinare a capului divizor, cunoscînd că freza frontală care se prelucrează are 30 dinți și unghiul la vîrf al frezei de lucru este de 75°.

Pasul unghiular β este dat de relația: $\beta = 360°/Z = 360°/30 = 12°$.

Introducînd valorile cunoscute pentru β și γ în formula (18) se obține:

$$\cos\alpha = \operatorname{tg} 12° \cdot \operatorname{ctg} 75° = 0{,}2125 \cdot 0{,}2679 = 0{,}0569, \quad \text{sau} \quad \alpha = 86°44'.$$

2. *Frezarea dinților frezelor unghiulare conice* (fig. 7.107). Unghiul de înclinare α al capului divizor este dat de relația:

$$\alpha = \alpha_1 - \alpha_2, \quad (19)$$

în care unghiurile α_1 și α_2 au următoarele valori:

$$\operatorname{tg}\alpha_1 = \cos\beta \cdot \operatorname{cotg}\delta; \quad (20)$$

$$\sin\alpha_2 = \operatorname{tg}\beta \cdot \operatorname{cotg}\gamma \cdot \sin\alpha_1 \quad (21)$$

în care δ este unghiul la vîrf al frezei care se prelucrează.

Exemplu: Să se determine unghiul de înclinare al capului divizor pentru prelucrarea unei freze unghiulare cu 26 dinți și unghiul la vîrf $\delta = 70°$; unghiul la vîrf al frezei de lucru $\gamma = 70°$.

Pasul unghiular β este dat de relația: $\beta = 360°/26 = 13{,}84' = 13°50'$;

$$\operatorname{tg}\alpha_1 = \cos 13°50' \cdot \operatorname{cotg} 70° = 0{,}9710 \cdot 0{,}3640 = 0{,}3534, \quad \text{de unde:} \quad \alpha_1 \approx 19°40';$$

$$\sin\alpha_2 = \operatorname{tg} 13°50' \cdot \operatorname{co\,tg} 70° \cdot \sin 19°40' = 0{,}2462 \cdot 0{,}3639 \cdot 0{,}3365 = 0{,}0301.$$

Rezultă că $\alpha_2 = 1°40'$. Înlocuind în formula (19) valorile lui α_1 și α_2, se obține $\alpha = \alpha_1 - \alpha_2 = 19°40' - 1°40' = 18°$.

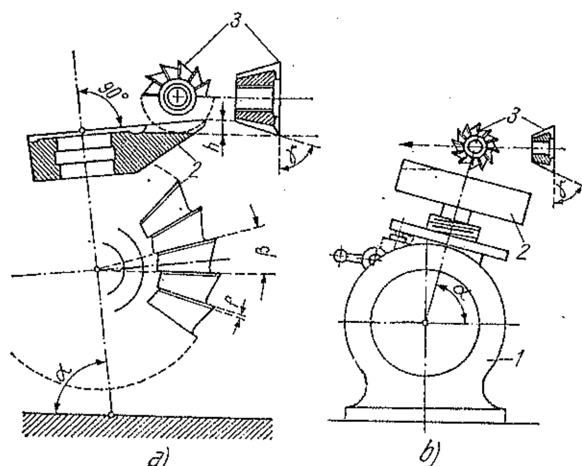
Deci capul divizor trebuie înclinat față de orizontală cu un unghi de 18°.

3. *Frezarea dinților frezelor unghiulare biconice.* În acest caz, se determină separat unghiul de înclinare pentru fiecare din cele două danturi ale frezei unghiulare biconice (fig. 7.108).

Valorile unghiului de înclinare α se determină în ambele cazuri cu aceleași formule (19), (20) și (21) ca în cazul precedent.

Formulele de calcul pentru cele două poziții de înclinare ale capului divizor vor fi deci:

Poziția I:	Poziția II
$\alpha' = \alpha_1' - \alpha_2'$;	$\alpha'' = \alpha_1'' - \alpha_2''$;
$\operatorname{tg}\alpha_1' = \cos\beta \cdot \operatorname{cotg}\delta'$;	$\operatorname{tg}\alpha_1'' = \cos\beta \cdot \operatorname{cotg}\delta''$;
$\sin\alpha_2' = \operatorname{tg}\beta \cdot \operatorname{cotg}\gamma \cdot \sin\alpha_1'$	$\sin\alpha_2'' = \operatorname{tg}\beta \cdot \operatorname{cotg}\gamma \cdot \sin\alpha_1''$.



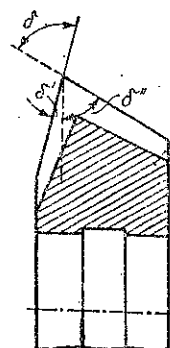


Fig. 7.107. Frezarea dinților la o freză unghiulară
a — schema de calcul; b — schema de montaj a frezei de lucru și a frezei care se prelucrează; γ — unghiul la vîrf al frezei unghiulare. Celelalte notații ca pe figura 7.106.

Fig. 7.108

3.9. RABOTAREA

3.9.1. Generalități. Rabotarea este o prelucrare prin care dimensiunile unei piese brute sau semifabricate se reduc prin așchieri orizontale succesive, pentru a se obține suprafețe de obicei plane și, uneori, cu ajutorul dispozitivelor speciale, suprafețe cilindrice, suprafețe conice, roți dințate etc.

Mașinile-unelte folosite în acest scop sînt caracterizate printr-o mișcare principală rectilinie alternativă, efectuată de masa port-piesă (la raboteze) sau de dispozitivul port-cuțit (la șepinguri) și de o mișcare de avans rectilinie intermitentă perpendiculară pe prima, aceasta fiind efectuată după fiecare cursă de așchiere de către sculă (la raboteze) sau piesă (la șepinguri).

Mașinile de rabotat au, în general, o cursă activă, aceasta fiind urmată de o cursă în gol, de întoarcere; cursa de întoarcere se face de obicei cu o viteză mai mare decît viteza de la cursa activă, cînd are loc așchierea.

Înainte de a începe cursa activă următoare, are loc mișcarea de avans, transversal, făcîndu-se o deplasare a piesei (la șeping) sau a cuțitului (la raboteză). O cursă activă și o cursă în gol formează o cursă dublă. Cuțitele de rabotat sînt solicitate în timpul așchierii la încovoiere; ele se aseamănă foarte mult cu cuțitele de strung în ce privește forma geometrică a tăișului. Modul de lucru al cuțitului de rabotat, adîncimea

de așchiere (t), avansul (s) și dimensiunile așchiei (a și b) sînt arătate în fig. 7.109.

Cursa L a cuțitului sau a mesei este mai lungă decît lungimea piesei care se prelucrează; această depășire la ambele capete este necesară pentru a se face posibilă atît angajarea cît și degajarea cuțitului.

Cursa longitudinală este dată de relația $L = l + d$,
în care: L este lungimea cursei cuțitului sau a mesei mașinii de rabotat;
l — lungimea de prelucrat a piesei;
d — depășirea totală la ambele capete ale piesei.

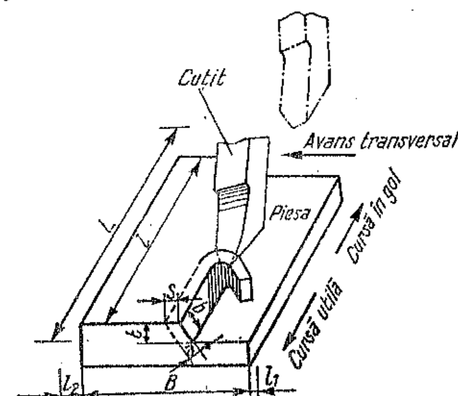


Fig. 7.109

În tabela 7.45 sînt indicate valorile pentru depășirea totală, în funcție de lungimea de prelucrat a piesei.

Depășirea l_1 în sensul lățimii B a piesei se stabilește cu ajutorul formulei $l_1 = t/\mathrm{tg}\varkappa$, în care $\varkappa$ este unghiul de atac principal al cuțiului de rabotat.

Depășirea l_2 se ia de 2—5 mm; valorile mici se referă la operațiile de netezire, iar cele mari la degroșare.

3.9.2. Operații de rabotare. Operațiile de rabotare sînt denumite după mișcările relative între unealtă și piesă, astfel: operații de rabotare longitudinală, operații de rabotare transversală și operații de rabotare speciale.

Tabela 7.45. **Depășirile cuțitului sau ale mesei de rabotare**

Prelucrarea se efectuează la mașina de rabotat	Lungimea de prelucrat l, mm	Depășirea totală d, mm
Longitudinal (raboteză)	sub 2 000	200
	2 000— 4 000	200—325
	4 000— 6 000	330—375
	6 000—10 000	390—475
Transversal (șeping)	sub 100	35
	100—200	48
	200—300	58
	peste 300	75

— *Rabotarea longitudinală* este prelucrarea de așchiere executată de obicei mecanic cu ajutorul mașinilor de rabotat longitudinal. Mișcarea principală rectilinie alternativă în plan orizontal este executată de către masa mașinii-unelte împreună cu piesa fixată strîns pe ea. Cuțitul de rabotat fixat în suportul port-cuțit execută mișcarea secundară atît pentru avansul transversal perpendicular pe direcția mișcării principale, cît și pentru avansul de pătrundere perpendicular

pe suprafaţa prelucrată. Se foloseşte în general la prelucrarea pieselor de dimensiuni sau greutăţi mari.

— *Rabotarea transversală.* Această prelucrare se execută mecanic, cu ajutorul maşinilor de rabotat transversal, numite şi şepinguri. Ea se deosebeşte de rabotarea longitudinală prin aceea că mişcarea principală rectilinie alternativă în plan orizontal este executată de către căruciorul port-unealtă al maşinii o dată cu cuţitul de rabotat, în timp ce maşina împreună cu piesa execută mişcarea secundară pentru avansul transversal. Rabotarea transversală este folosită la prelucrarea pieselor de dimensiuni mici.

— *Rabotarea specială.* În acest caz, în afară de mişcările principale şi secundare rectilinii, mai apar şi alte mişcări (de exemplu, circulară) executate de masa maşinii de rabotat transversal, sau de port-unealtă la maşinile de rabotat longitudinal. Operaţii de rabotare specială sînt şi prelucrările de rabotare a danturii roţilor dinţate.

După gradul de netezime al suprafeţei care se prelucrează, se deosebesc: rabotarea de degroşare şi rabotarea de finisare.

Rabotarea de finisare se execută cu avans şi viteză de aşchiere mici.

3.9.3. **Regim de aşchiere.** *Viteza medie de aşchiere.* În calculele pentru stabilirea regimului de lucru este necesar să se ţină seama de viteza medie a cursei active, viteza medie a cursei în gol şi viteza medie a unei curse duble.

Astfel, viteza medie a unei curse duble v este dată de relaţia:

$$v = \frac{L \cdot n}{1\,000}\left(1 + \frac{v_a}{v_g}\right) \text{[m/min]}, \qquad (1)$$

în care: L este lungimea cursei (inclusiv depăşirea totală d), în mm;
n — numărul de curse duble pe minut;
v_a — viteza medie a cursei active, în m/min;
v_g — viteza medie a cursei în gol, în m/min.

Această formulă este aplicabilă la rabotezele şi şepingurile a căror cursă în gol se face cu o viteză mai mare decît aceea a curselor active. De obicei, cursa în gol se face cu viteză de 1,5—3 ori mai mare decît viteza cursei active.

La maşinile-unelte, la care aceste viteze sînt egale, formula de mai sus devine: $v = \frac{2L \cdot n}{1\,000}$ [m/min]. (2)

Numărul curselor duble pe minut (c.d./min) ale cuţitului de şeping sau ale mesei la rabotare se deduce din formulele (1) şi (2):

$$n = \frac{1\,000\, v}{L} \cdot \frac{1}{1 + v_a/v_g}, \text{ cînd } v_a < v_g \qquad (3)$$

şi

$$n = \frac{1\,000\, v}{2L}, \text{ cînd } v_a = v_g. \qquad (4)$$

Vitezele de aşchiere pentru rabotarea longitudinală de finisare şi degroşare sînt indicate în tabelele 7.46 şi 7.47. Aceste viteze de aşchiere, micşorate cu 20%, sînt valabile şi pentru prelucrarea transversală.

Tabela 7.46. **Viteza de aşchiere pentru rabotarea longitudinală de finisare**

Avansul s, mm/c.d.	Adîncimea de aşchiere t, mm					
	1,0		1,5		2,0	
	Viteza de aşchiere v, m/min.					
	I	II	I	II	I	II
0,10	—	49	—	47	—	—
0,15	79	44	71	41	66	39
0,20	68	40	62	37	57	36
0,25	61	37	55	35	51	34
0,30	54	35	49	33	45	32
0,40	—	—	40	30	37	29
0,60	—	—	—	—	29	26

Observaţii. 1. Cifrele din coloana I se referă la oţel carbon $\sigma_r = 75$ kg/mm², iar cele din coloana II la fontă cenuşie cu $HB = 190$. *2.* La prelucrare se folosesc cuţite din oţel rapid.

Tabela 7.47. **Viteza de aşchiere pentru rabotarea longitudinală de degroşare**

Avansul s, mm/c.d.	Adîncimea de aşchiere, t, mm							
	3,0		4,0		6,0		8,0	
	Vitezele de aşchiere v, m/min.							
	I	II	I	II	I	II	I	II
0,4	33	29	31	27	28	26	—	—
0,5	29	26	27	25	24	24	23	23
0,7	23	23	22	22	20	21	18	20
1,0	18	20	17	19	15	18	14	17
1,4	—	—	14	17	12	16	11	15
2,0	—	—	—	—	10	14	9	11
3,0	—	—	—	—	—	—	7	13

Observaţiile de la tabela 7.40 sînt valabile şi pentru acest caz.

Avansul este mărimea deplasării transversale a cuţitului (la raboteze) sau a mesei (la şepinguri) pentru fiecare cursă dublă. În tabela 7.48 sînt indicate avansurile pentru degroşarea suprafeţelor plane.

Tabela 7.48. **Avansuri pentru rabotarea de degroşare a suprafeţelor plane**

Materialul piesei	Adîncimea de aşchiere t, mm			
	3,0	4,0	6,0	8,0
	Avansul s, mm/c.d.			
Oţel carbon cu $\sigma_r \leq 60$ kgf/mm²	1,0—1,2	0,8—1,0	0,6—0,8	0,5—0,7
Idem $\sigma_r > 60$ kgf/mm²	0,8—1,0	0,6—0,8	0,5—0,7	0,3—0,5
Oţel aliat $\sigma_r \leq 70$ kgf/mm²	0,8—1,0	0,6—0,7	0,5—0,6	0,3—0,4
Idem $\sigma_r > 70$ kgf/mm²	0,6—1,8	0,4—0,6	0,3—0,5	0,2—0,4
Fontă, cu $HB \leq 180$	1,2—1,4	1,0—1,2	0,8—1,0	0,6—0,8
Idem $HB = 181...220$	1,0—1,2	0,8—1,0	0,6—0,8	0,5—0,7

În tabela 7.49 sînt arătate avansurile pentru finisare cu cuţite normale şi late pentru diferite calităţi ale suprafeţei de prelucrat; cifrele din coloana I se referă la fontă ($HB = 100 \ldots 140$), oţel carbon de construcţii

Tabela 7.49. **Avansuri pentru rabotarea de finisare**

Calitatea suprafeţei de prelucrare	Tipul cuţitului de rabotat	Adîncimea de aşchiere t, mm	Materialul piesei I	II	III
			Avansul s, mm/c.d.		
Pregătită pentru finisare	Normal	2,0	0,6—0,8	0,5—0,7	0,4—0,6
Curată, cu urme grosolane de prelucrare	Normal	1,5	0,3—0,6	0,25—0,5	0,2—0,4
Curată, cu urme de prelucrare puţin vizibile	Normal	1,0	0,25—0,5	0,2—0,4	0,15—0,3
Pregătită pentru rectificare	Lat	0,5	1,0—4,0	1,0—3,0	1,0—2,5
Definitivă, fără nici o prelucrare ulterioară	Lat	0,3	1,0—6,0	1,0—5,0	1,0—4,0

($\sigma_r = 30 \ldots 40$ kgf/mm²), bronz ($\sigma_r = 20 \ldots 30$ kgf/mm²), bronz de aluminiu; cifrele din coloana II se referă la fontă ($HB = 141 \ldots 180$), oţel carbon de construcţii ($\sigma_r = 41 \ldots 70$ kgf/mm²), oţel aliat de construcţie ($\sigma_r = 50 \ldots 70$ kgf/mm²), oţel turnat şi bronz ($\sigma_r > 30$ kgf/mm²); cifrele din coloana III sînt valabile pentru fontă ($HB = 180 \ldots 220$), oţel carbon de construcţii ($\sigma_r > 70$ kgf/mm²), oţel aliat de construcţie ($\sigma_r > 70$ kgf/mm²). În tabelele 7.48 şi 7.49 sînt indicate avansurile pentru rabotarea longitudinală. Pentru rabotarea transversală (la şeping), valorile acestor avansuri trebuie înmulţite cu 0,8.

3.9.4. **Maşini de rabotat.** 3.9.4.1 *Generalităţi* Maşinile de rabotat sînt maşini-unelte pentru prelucrarea suprafeţelor de obicei plane şi uneori curbilinii sau cu forme speciale (de exemplu, flancurile dinţilor la roţi dinţate).

Aşchierea se realizează cu ajutorul cuţitelor fixate perpendicular sau aproape perpendicular pe direcţia mişcării principale.

4.9.4.2. *Clasificare şi descriere.* După deplasările efectuate de masa de lucru port-piesă sau de suportul port-cuţit, în raport cu mişcarea principală, maşinile de rabotat se clasifică în maşini de rabotat longitudinal (raboteze), maşini de rabotat transversal (şepinguri) şi maşini de rabotat speciale.

a. **Maşini de rabotat longitudinal.** Aceste maşini-unelte poartă în mod obişnuit numirea prescurtată de raboteze. Masa port-piesă execută mişcarea principală rectilinie alternativă, iar suportul portcuţit execută mişcarea secundară pentru avansul transversal perpendicular pe direcţia mişcării principale şi avansul de pătrundere perpendicular pe supra-

faţa prelucrată. Rabotezele se folosesc de obicei la prelucrarea suprafeţelor plane de dimensiuni mari sau cu greutate mare.

La fixarea pieselor pe masa rabotezei, trebuie observat ca acestea să nu fie deformate de forţele de strîngere.

Piesele de dimensiuni mari din fontă suferă, de obicei, după rabotarea de degroşare, deformaţii datorită tensiunilor interne. Pentru eliminarea acestor deformaţii, piesele se supun înaintea operaţiilor de finisare unui tratament termic de îmbătrînire artificială sau se depozitează pentru îmbătrînire naturală.

Rabotezele se compun din următoarele părţi principale (fig. 7.110):

— un batiu rigid din fontă *1*, fixat solid de fundaţie prin şuruburi de ancorare, pe suprafaţa căruia se găsesc două canale de ghidare, în care alunecă tălpile mesei de susţinere a pieselor de prelucrat;

— o masă mobilă *2* cu mişcare rectilinie alternativă, pe care se fixează piesele care urmează a fi rabotate;

— unul sau, în general, doi montanţi *3*, fixaţi rigid de fundaţie şi batiu; la rabotezele cu doi montanţi, extremităţile superioare sînt solidarizate cu o traversă *4*;

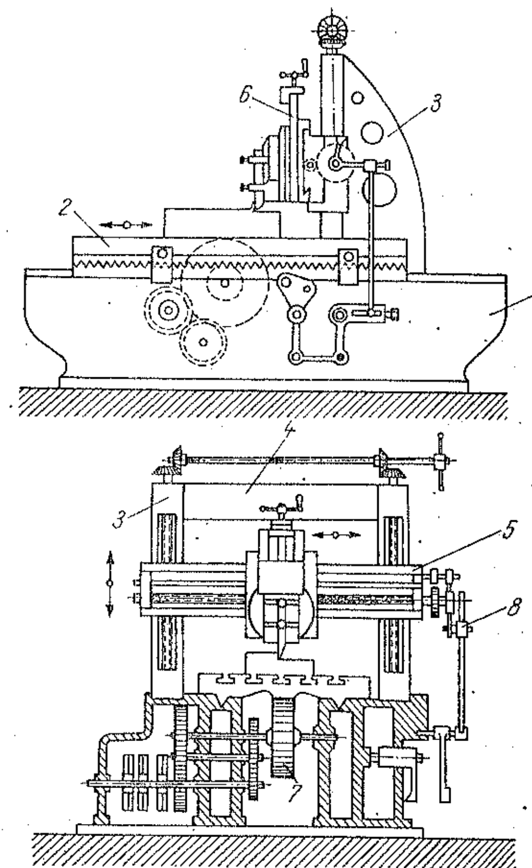


Fig. 7.110. Raboteză cu doi montanţi:
1 — batiu; *2* — masa mobilă; *3* — montanţi; *4* — traversă de legătură *5* — traversă orizontală; *6* — cărucior portunealtă; *7* — roată dinţată pentru antrenarea mesei; *8* — mecanism de avans al căruciorului portcuţit.

— o traversă orizontală *5*, deplasabilă vertical pe ghidajele montanţilor şi care permite deplasarea transversală sau circulară a suportului port-cuţit.

Mișcarea mesei se obține cu diferite mecanisme de antrenare: mecanic (de exemplu, angrenaj cilindric cu cremalieră), hidraulic (de exemplu, piston cu cilindru de presiune) sau electric.

Schimbarea sensului de mișcare al mesei este comandat de însăși masa mașinii. La rabotezele mici sau la cele de construcție veche se folosește schimbătorul sensului de mișcare alcătuit dintr-o transmisie intermediară, o roată fixă, o roată liberă, o curea dreaptă și una încrucișată. Prin opritori și pîrghii, convenabil aranjate pe batiu și masă, se poate stabili lungimea curselor și deci punctul de întoarcere; aceste opritoare lovesc în pîrghia prin care se efectuează deplasarea curelelor de pe roata fixă pe cea mobilă și invers, producîndu-se astfel schimbarea sensului de mișcare. O inversare rapidă și lipsită de șocuri se realizează la mașinile moderne cu ajutorul unui motor de curent continuu, reglabil, sau prin folosirea unui sistem de acționare hidraulic. Mecanismul de avans care acționează în momentul trecerii de la cursa în gol la cursa activă, poate fi acționat manual sau automat.

Caracteristicile tehnice ale unei raboteze cu masă alunecătoare sînt: lungimea de rabotat, lățimea de rabotat și înălțimea de rabotat.

După forma și mărimea pieselor prelucrate, rabotezele cu masă alunecătoare pot fi: raboteze de tipul obișnuit, descris mai sus; raboteze cu o coloană; raboteze cu cursa scurtă (pentru piese cu dimensiuni peste 600 mm lățime, sub 500 mm înălțime și sub 1000mm lungime).

După scopul utilizării lor, rabotezele pot avea și alte forme constructive ca, de exemplu: rabotează pentru prelucrat canale de pană (cu port-cuțit alunecător în direcție verticală); rabotează pentru marginea tablelor (cu căruciorul port-unealtă mobil); rabotează cu masă îngropată (pentru piese de 2 000—6 000 mm lățime, peste 1 500 mm înălțime și pînă la 12 000 mm lungime) etc.

La uzina „Independența" Sibiu se fabrică mașinile de rabotat tip RT 6 și tip RT 10 pentru prelucrarea marginilor tablelor de oțel, destinate atelierelor de cazangerie sau de construcții metalice.

Cu mașina de rabotat tip RT 6 se pot prelucra table cu grosimi pînă la 80 mm și lungimi pînă la 6 000 mm, iar cu mașina de rabotat table tip RT 10 se pot prelucra margini la table de oțel cu grosimi pînă la 80 mm și lungimi pînă la 10 000 mm.

b. **Mașini de rabotat transversal.** Mașinile de rabotat transversal, numite și șepinguri, se caracterizează prin executarea mișcării principale rectilinii alternative de către căruciorul port-cuțit și a mișcării secundare pentru avansul transversal de către masa port-piesă; avansul de pătrundere de realizează cu suportul port-cuțit fixat la partea anterioară a căruciorului port-unealtă.

Șepingul se folosește de obicei la prelucrarea suprafețelor plane la piese de dimensiuni mici.

El se compune din următoarele părți principale (fig. 7.111):

— un batiu din fontă cu ghidaje pentru căruciorul port-unealtă și masa port-piesă;

— o masă port-piesă 7 din fontă, prevăzută cu canale în T pentru fixarea cu dispozitive de prindere a pieselor care se prelucrează; ea se poate deplasa atît orizontal cît și vertical;

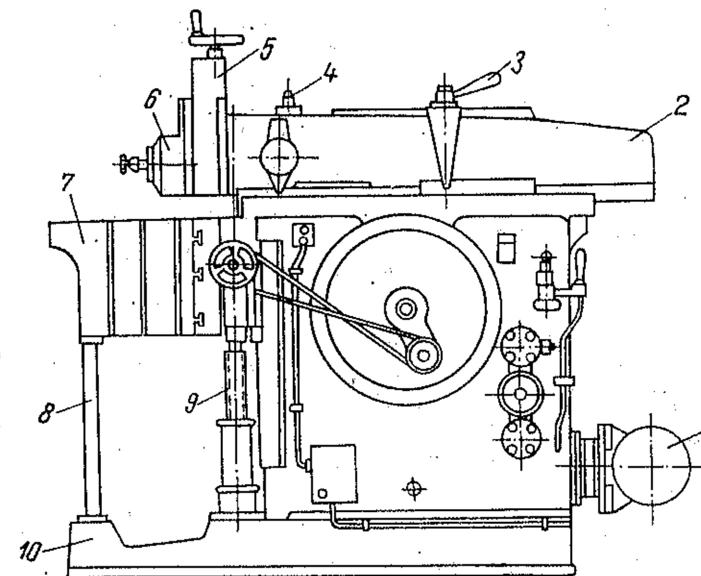


Fig. 7.111. Șeping cu cursa berbecului de 650 mm:

1 — motor; *2* — berbec; *3* — șurub de blocare a mecanismului pentru schimbarea cursei berbecului; *4* — mecanism pentru schimbarea cursei berbecului; *5* — sanie intermediară mică; *6* — sanie portcuțit; *7* — masă portpiesă; *8* — susținător al mesei; *9* — șurub conducător pentru ridicarea mesei; *10* — soclu.

— un cărucior 2 (sania principală) prevăzut la extremitatea anterioară cu sania port-cuțit 6 care poate primi o deplasare manuală pentru avansul de pătrundere al cuțitului și o rotire în jurul unui ax orizontal pentru rabotarea suprafețelor înclinate; acest cărucior, numit și berbec, execută mișcarea principală rectilinie alternativă.

Antrenarea se face, de obicei, mecanic, printr-o roată de curea sau cu un motor individual. Acționarea berbecului de la organul de antrenare se face cu ajutorul unui mecanism mecanic (cu culisă simplă sau oscilantă, cu angrenaj roată dințată-cremalieră etc.) sau hidaulic. Schema unei antrenări mecanice este arătată în fig. 7.112.

Avansul transversal se realizează manual sau mecanic, cu ajutorul unui mecanism cu clichet care acționează în momentul trecerii de la cursa în gol la cursa activă. Avansul de pătrundere se obține manual prin deplasarea cu ajutorul unei manivele a saniei port-cuțit.

Cursa şi viteza berbecului pot fi variate.

Caracteristicile şepingului sînt următoarele: cursa maximă a berbecului, suprafaţa utilă a mesei (lungime şi lăţime), cursa transversală maximă a masei, numărul curselor duble ale berbecului pe minut, limitele avansurilor pe cursa dublă, cursa verticală maximă a mesei, cursa verticală maximă a saniei portcuţit.

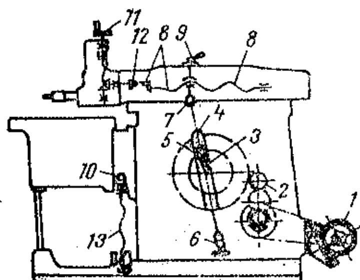


Fig. 7.112. Schema de lucru a unui şeping:

1 — motor; *2* — angrenaje de antrenare; *3* — manivela mecanismului cu culisă; *4* — culisă oscilantă; *5* — piatra culisei; *6* — articulaţie fixă; *7* — articulaţie mobilă; *8* — mecanism pentru variaţia cursei berbecului; *9* — şurub de blocare a mecanismului *8*; *10* — şurub conducător al mecanismului de avans orizontal al mesei; *11* — manivelă pentru deplasarea saniei portcuţit; *12* — comanda automată a saniei portcuţit; *13* — mecanism de ridicare a mesei.

Şepingurile moderne sînt înzestrate cu instalaţii hidraulice de copiat după şablon; cu o astfel de instalaţie este dotat şi şepingul tip S 800 fabricat de uzina „Înfrăţirea", care poate prelucra profiluri semirotunde, în unghi etc., cu o precizie de 0,02 mm.

Caracteristicile tehnice ale acestui şeping sînt următoarele: cursa maximă a berbecului L de 800 mm; suprafaţa mesei S de 800×425 mm²; numărul curselor duble pe minut (c.d./min) ale berbecului 11—125, puterea electrică instalată (P) de 5,2/6,5 kW.

Tot la această uzină se mai fabrică şepingul tip S 700 cu $L = 700$ mm, $S = 700 \times 400$ mm², c.d./min = 13 — 118, $P = 4$ kW şi şepingul tip S 425 B cu $L = 425$ mm, $S = 425 \times 310$ mm², c.d./min = 14 — 105, $P = 2{,}2$ kW.

c. **Maşini de rabotat speciale.** Acestea sînt construite special, pentru efectuarea unei anumite prelucrări sau pentru prelucrarea anumitor piese.

— *Maşina de rabotat radială* este o maşină de rabotat cu ajutorul căreia se pot prelucra suprafeţe cilindrice convexe sau concave cu generatoarea verticală. În acest scop, concomitent cu mişcarea principală alternativă a mesei portpiesă, căruciorul portcuţit, fixat pe o traversă orizontală (deplasabilă vertical pe o coloană) execută avansul de-a lungul unui arc de cerc datorită legăturii cu un ax vertical de rotaţie, prin intermediul unui braţ de lungime reglabilă, articulat cu sania inferioară a căruciorului portcuţit (fig. 7.113).

— *Maşina de rabotat prin reproducere* (fig. 7.114). De obicei, această maşină-unealtă are masa lunecătoare; cu ajutorul unui şablon fixat pe corpul rigid al maşinii, suportul portunealtă reproduce pe piesă o suprafaţă profilată asemănătoare conturului şablonului.

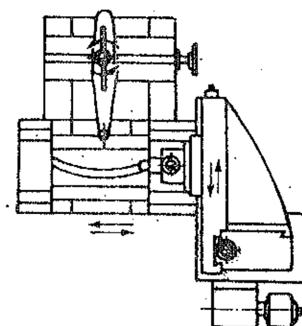


Fig. 7.113. Maşină de rabotat radială.

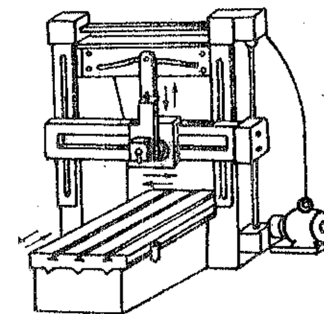


Fig. 7.114. Maşină de rabotat prin reproducere.

3.10. MORTEZAREA

3.10.1. **Generalităţi.** La mortezare cuţitul de mortezat se mişcă în direcţia axei lui longitudinale, de obicei verticală, şi este solicitat la compresiune.

Mişcarea principală rectilinie alternativă verticală este executată de sania portcuţit. Mişcarea de avans, perpendiculară pe mişcarea principală şi tangentă la faţa prelucrată, precum şi mişcarea de pătrundere perpendiculară pe suprafaţa prelucrată, sînt executate, în general, de masa portpiesă; uneori, pentru obţinerea de suprafeţe curbe, piesa se fixează pe o masă rotitoare cu ajutorul căreia se imprimă piesei mişcarea de avans.

Maşinile de mortezat au o cursă activă urmată de o cursă în gol care se face cu viteză mărită şi corespunde ridicării berbecului portcuţit. Aşchierea se produce prin atacul continuu al cuţitului în timpul cursei active.

Cursa cuţitului trebuie să fie mai lungă decît lungimea de prelucrat a piesei. Depăşirile cuţitului faţă de lungimile de prelucrat ale pieselor sînt aceleaşi ca şi pentru rabotarea la şeping (v. tabela 7.45).

Operaţia de mortezare se aplică, în general, la prelucrarea suprafeţelor plane, înguste şi lungi, a pieselor cu contur complicat şi cu generatoare drepte, a pieselor cu caneluri strîmte, care nu pot fi prelucrate prin frezare şi, în special, a suprafeţelor interioare şi a găurilor mari.

3.10.2. **Regim de aşchiere.** *Viteza medie de aşchiere* se stabileşte tot cu formula (1) de la prelucrarea prin rabotare:

$$v = \frac{L \cdot n}{1\,000}\left(1 + \frac{v_a}{v_g}\right) \text{ [m/min]}.$$

Cunoscînd că de obicei la mașina de mortezat viteza în cursa activă este egală cu viteza în cursa în gol, formula pentru calculul vitezei medii de așchiere la mortezare devine: $v = \frac{2L \cdot n}{1\,000}$,

în care: L este cursa, în mm, inclusiv depășirea totală d a cuțitului de o parte și alta a piesei;
n — numărul de curse duble pe minut.

Numărul curselor duble pe minut se calculează cu formula

$$n = \frac{1000\,v}{L} \cdot \frac{1}{1 + \frac{v_a}{v_g}} \text{ [c.d./min], în care } v_a = v_g.$$

Deci pentru mortezare, această formulă devine: $n = \frac{1\,000\,v}{2L}$.

Avansurile pentru mortezare sînt aceleași ca și pentru rabotarea transversală; acestea se obțin prin înmulțirea cu 0,8 a avansurilor indicate în tabelele 7.48 și 7.49.

Vitezele de așchiere pentru mortezare se pot lua din tabelele 7.46 și 7.47, cu observația ca valorile indicate în aceste tabele să fie înmulțite cu 0,6 în cazul mortezelor cu portcuțit rabatabil și cu 0,5 în cazul mortezelor cu port-cuțit nerabatabil.

3.10.3. **Mașini de mortezat.** Mașinile de mortezat, numite prescurtat morteze, sînt principial asemănătoare șepingului; se deosebesc de acesta numai prin formele constructive și în special prin așezarea verticală a berbecului portsculă.

Ele comportă în general următoarele părți principale:

— un batiu din fontă prevăzut cu ghidaje verticale pentru culisarea berbecului portcuțit și ghidaje orizontale pentru deplasarea mesei portpiesă;

— o masă pe care se fixează piesele și care se poate deplasa longitudinal, transversal și circular;

— un berbec cu suportul sculei; la unele morteze berbecul se poate înclina;

— mecanismul de antrenare și mecanismul de avans.

Mișcarea principală de așchiere se realizează prin mișcarea alternativă verticală a berbecului portsculă, cu ajutorul mecanismului principal, care poate fi cu culisă, cu excentric, hidraulic etc. La unele mașini, berbecul este echilibrat cu o contragreutate. Cursa berbecului este reglabilă. Antrenarea se poate face mecanic (cu con în trepte sau cutie de viteze), prin motor individual sau hidraulic. Avansul mesei

portpiesă se obține cu ajutorul unei roți cu clichet și a unui angrenaj cu roți dințate.

Caracteristicile tehnice ale mașinilor de mortezat sînt următoarele: lungimea cursei berbecului, numărul de curse duble pe minut (maxim și minim) ale berbecului, distanța de la masă pînă la capătul inferior al berbecului, distanța de la suprafața de sprijin a sculei la marginea suportului vertical superior și dimensiunile mesei.

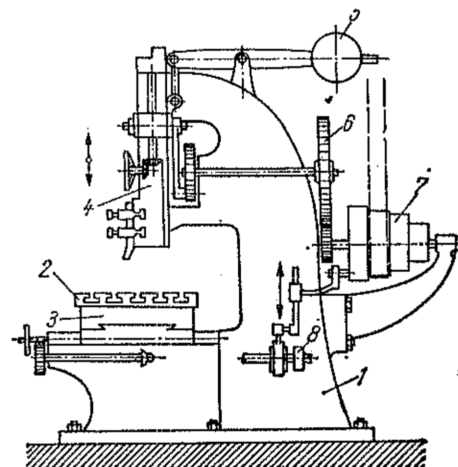


Fig. 7.115. Schema de lucru a unei mașini de mortezat cu con în trepte:
1 — batiu; *2* — platou; *3*—suportul platoului; *4*—berbec; *5* — contragreutate; *6* — angrenaj de arntenare; *7*—con în trepte; *8* — mecanism de avans.

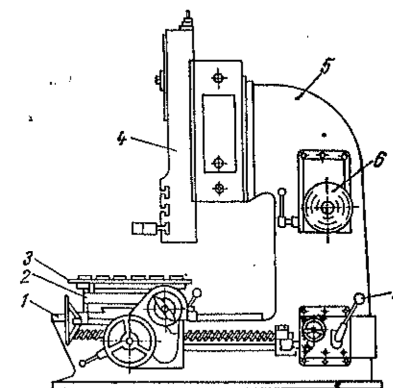


Fig. 7.116. Mașină de mortezat:
1 — sanie longitudinală; *2* — sanie transversală; *3* — platou portpiesă; *4* — berbec portunealtă *5* — batiu; *6* — roată de mînă pentru schimbarea vitezelor; *7* — manetă pentru cutia de avansuri.

Figura 7.115 reprezintă o morteză cu con în trepte iar figura 7.116 o morteză construită în țară, cu cursa maximă de mortezat de 300 mm. Această morteză este acționată de două motoare: unul antrenează berbecul portcuțit, iar celălalt antrenează masa portpiesă în direcție longitudinală, transversală și circular. Acționarea arborelui principal al cutiei de viteze se face de la arborele motorului printr-un ambreiaj cu lamele. Reglarea lungimii cursei de mortezat se face cu ajutorul capului pivotant și al excentricului. Deplasarea mesei portpiesă se poate face manual sau automat. Numărul curselor pe minut variază între 14 și 80. Avansurile în sens lingitudinal variază între 0,12 și 0,18 mm/c.d., iar cele în sens transversal, între 0,48 și 0,75 mm./c.d.

În afară de mașinile de mortezat descrise mai sus, mai există și morteze cu forme constructive diferite, după forma, mărimea sau felul pieselor pe care le prelucrează. Astfel, există morteze cu berbec cu avans

transversal, morteze prevăzute cu doi montanţi, legaţi printr-o traversă orizontală pe care berbecul se poate deplasa şi transversal, morteze pentru tăiatul danturii la roţile dinţate cilindrice, maşini de mortezat prin copiere etc.

3.11. RECTIFICAREA

3.11.1. **Generalităţi.** Rectificarea este o operaţie de aşchiere a pieselor metalice efectuată mecanic (la maşini de rectificat), cu ajutorul pietrelor abrazive, în scopul obţinerii unor suprafeţe foarte netede sau unor dimensiuni foarte precise. Rectificarea se foloseşte în special la prelucrarea fină a pieselor metalice cu duritate mare. Granulele abrazive ale pietrei de rectificat desprind de pe suprafaţa piesei care se prelucrează un număr foarte mare de aşchii mărunte, cu muchiile ascuţite ale granulelor abrazive. Pe măsură ce muchiile de tăiere se uzează, granulele abrazive se desprind din masa liantului şi apar altele noi, cu muchii de tăiere ascuţite, ceea ce face ca piatra să-şi păstreze proprietatea de a aşchia pînă la uzura ei totală. Ca detaşarea granulelor abrazive să se facă corect, este necesar ca alegerea pietrei abrazive să fie corespunzătoare. Astfel, de exemplu, dacă liantul pietrei abrazive este prea moale, granulele abrazive se desprind fără a fi tocite şi ca atare piatra abrazivă se uzează prea repede; cînd liantul este prea dur, nu permite granulelor abrazive tocite să se detaşeze şi piatra lustruindu-se necesită o reascuţire.

La stabilirea pietrelor de polizor pentru o rectificare corectă a pieselor trebuie să se aleagă caracteristicile lor (de exemplu, natura liantului, natura materialului abraziv, duritatea, granulaţia, structura) în funcţie de materialul piesei, forma suprafeţelor care se rectifică, gradul de netezime urmărit (degroşare sau finisare), precizia dimensiunilor care trebuie obţinută, procedeele de prelucrare etc. La subcapitolul „Pietre abrazive" (capitolul „Scule aşchietoare") sînt date indicaţii asupra alegerii pietrelor de polizor, în funcţie de materialul de prelucrat şi operaţia de executat.

Maşinile de rectificat se aleg ţinînd seama de materialul piesei, de profilul suprafeţelor de prelucrat şi de felul operaţiilor de prelucrare. Fixarea pieselor pe masa de lucru a maşinilor de rectificat se face de obicei mecanic (de exemplu, în universal, între vîrfuri, pe dornuri, cu dispozitive speciale etc.), pneumatic (de exemplu, dispozitiv pneumatic pentru fixarea pieselor), magnetic (de exemplu, platou de fixare magnetic), electromagnetic (de exemplu, platou de fixare electromagnetic). Fixarea pietrelor abrazive diferă după felul maşinilor de rectificat. Ascuţirea (reprofilarea) şi fasonarea pietrelor de polizor se fac de obicei cu ajutorul unui diamant fixat într-un suport sau cu role de

oţel. Dimensiunile şi netezimea suprafeţelor rectificate se controlează cu ajutorul instrumentelor de măsurat (de exemplu, micrometre, calibre tampon sau potcoavă, pasametre, pasimetre, măsurătoare de netezime etc.); măsurarea trebuie făcută cînd maşina de rectificat este în stare de repaus.

3.11.2. **Operaţii de rectificare.** *Operaţii de rectificare după gradul de netezime şi precizia dimensiunilor suprafeţei prelucrate.* Aceste operaţii de aşchiere se clasifică în rectificare de degroşare şi rectificare de finisare.

— *Rectificarea de degroşare* este operaţia prin care se îndepărtează aproximativ două treimi din surplusul de rectificat; ea este urmată de rectificare de finisare. Se execută de obicei cu pietre abrazive, avînd granule mari şi rare.

— *Rectificarea de finisare* este operaţia prin care se detaşează în cîteva treceri restul din surplusul de rectificat rămas de la rectificarea de degroşare. Se lucrează cu adîncime de tăiere şi cu avans axial mic şi cu pietre de polizor avînd granule fine.

Operaţii de rectificare după forma suprafeţei prelucrate. După forma suprafeţei prelucrate se deosebesc: rectificare rotundă, rectificare plană şi rectificarea suprafeţelor cu profile speciale.

3.11.2.1. *Rectificarea rotundă.* Rectificarea rotundă este operaţia de rectificare a pieselor cu suprafeţe cilindrice, conice, în trepte sau speciale (de exemplu, filetul tarodului). După poziţia suprafeţei care se rectifică, rectificarea rotundă poate fi exterioară sau interioară.

a. **Rectificarea rotundă exterioară**, se foloseşte la rectificarea suprafeţelor exterioare ale pieselor şi se caracterizează prin următoarele mişcări: o mişcare principală de rotaţie a pietrei de polizor; o mişcare secundară de rotaţie a piesei care se prelucrează; o mişcare de avans longitudinal, rectilinie alternativă, executată în mod obişnuit de piesă şi uneori de către piatra de polizor, şi o mişcare de avans transversală, de pătrundere, efectuată la finele fiecărei curse de către piatra de polizor (fig. 7.117). Această prelucrare se execută de obicei la maşinile de rectificat rotund sau universale şi uneori, la strunguri universale cu ajutorul dispozitivului de rectificat fixat în sania port-cuţit.

După felul cum este aşezată piesa în timpul prelucrării, deosebim: rectificarea rotundă exterioară între vîrfuri şi rectificarea rotundă exterioară fără vîrfuri.

— *Rectificarea rotundă exterioară între vîrfuri*, este numită astfel deoarece piesa care se prelucrează se fixează între vîrfurile maşinii de rectificat. Această rectificare se poate realiza cu avans longitudidal, cu avans transversal, fără avans transversal şi în trepte.

Rectificarea cu avans longitudinal se foloseşte la prelucrarea pieselor lungi şi cu diametru mic; mişcările pietrei de polizor, ale piesei şi ale mesei port-piesă, sînt cele arătate în fig. 7.117.

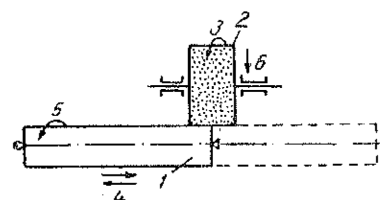


Fig. 7.117. Schema rectificării rotunde exterioare cu avans longitudinal al piesei:

1 – piesă; 2 – piatră de polizor; 3 – mişcarea principală; 4 – mişcarea de avans a mesei; 5 – sensul de rotaţie a piesei; 6 – avans de pătrundere.

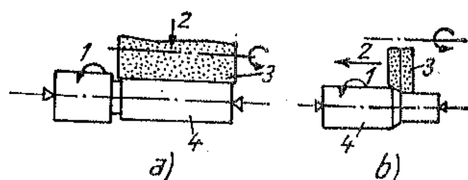


Fig. 7.118. Schema rectificării:

a – cu avans transversal; b – fără avans transversal; 1 – sensul de rotaţie al piesei; 2 – avansul pietrei de polizor; 3 – piatră de polizor; 4 – piesă.

Rectificarea cu avans transversal (radial) se aplică de obicei la prelucrarea pieselor scurte şi cu profil complicat; în acest caz, în timp ce piesa se roteşte fără avans longitudinal, piatra de polizor, avînd forma profilului piesei, execută avansul transversal (fig. 7.118, *a*).

Rectificarea fără avans transversal se execută dintr-o singură trecere a pietrei de polizor; pentru uşurinţa prelucrării, se obişnuieşte a se da pietrei de polizor o mică conicitate (fig. 7.118, *b*).

Rectificarea în trepte se execută numai prin avansul transversal al pietrei de polizor pe porţiuni succesive ale piesei, astfel ca marginile acestor porţiuni să se acopere cu 5—15 mm; se procedează apoi la o rectificare finală cu avans longitudinal (fig. 7.119).

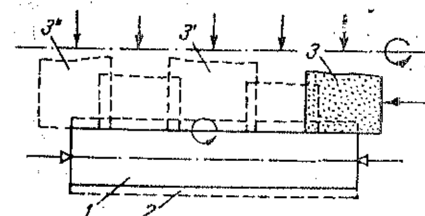


Fig. 7.119. Schema rectificării în trepte:
1 – piesă; 2 – adaos de prelucrare; 3, 3′ şi 3″ – poziţii succesive ale pietrei abrazive.

— *Rectificarea rotundă exterioară, fără vîrfuri* este asemănătoare cu rectificarea rotundă cu avans transversal. Prelucrarea se realizează cu ajutorul a două pietre (discuri) de polizor şi al unei rigle de reazem care susţine piesa; una dintre pietre se roteşte cu o viteză periferică de 25—30 m/s şi execută rectificarea; a doua piatră cu viteza periferică de 8—12 m/s, foloseşte atît pentru rotirea piesei, cît şi pentru conducerea ei în mişcarea de avans. Piesa aşezată între cele două discuri abrazive se roteşte şi ea cu o viteză apropiată de cea periferică a pietrei de avans (cu 1—3% mai mică). Piesele scurte se aşază cu ajutorul riglei de reazem astfel ca axa lor să fie la aproximativ 10—13 mm deasupra liniei care uneşte centrele celor două discuri; piesele lungi se aşază cu axele sub linia centrelor. La rectificarea cu avans longitudinal (fig. 7.120, *a*) axa discului conducător (de avans) se înclină cu un unghi de 1—10° faţă de

axa discului de rectificat; înclinarea mai mare, mărind viteza mişcării de avans, se foloseşte la degroşare, iar înclinarea mai mică, la finisare. La rectificarea cu avans transversal, axa discului de avans se înclină numai cu un unghi de circa 30′, ca piesa să apese continuu pe limitatorul de cursă (fig. 7.120, *b*); această rectificare se foloseşte de obicei la prelucrarea pieselor cu diametre diferite şi lungimi de rectificat mai mici decît lăţimea pietrelor de polizor.

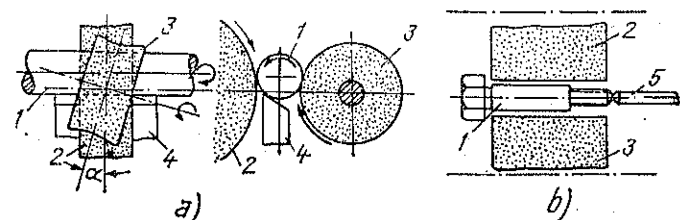


Fig. 7.120. Schema rectificării rotunde exterioare, fără vîrfuri:
a – cu avans longitudinal; b – cu avans transversal; 1 – piesa de prelucrat; 2 – piatră de rectificat; 3 – piatră de avans; 4 – riglă de reazem; 5 – limitator de cursă; α – unghi de înclinare a discului de avans.

b. **Rectificarea rotundă interioară** se utilizează la rectificarea alezajelor care în prealabil au fost prelucrate, de obicei prin strunjire de netezire. În general, această operaţie de rectificare se execută la maşinile de rectificat interior sau universale, la maşinile de rectificat planetare şi uneori la strung cu dispozitivul de rectificat fixat pe sania port-cuţit.

Procedeele de rectificare rotundă interioară mai des folosite sînt: rectificarea cu rotirea piesei şi rectificarea planetară.

— *Rectificarea interioară cu rotirea piesei* este reprezentată schematic în fig. 7.121. Piatra abrazivă se roteşte în jurul axei sale; în acelaşi timp mişcarea de avans longitudinal se execută de către piatră sau de către masa portpiesă; piesa fixată în universal execută o mişcare secundară de avans circular în sens invers sensului de rotire al pietrei abrazive. Diametrul pietrei de rectificat se ia de obicei 0,5—0,9 din diametrul alezajului.

— *Rectificarea interioară planetară* se foloseşte de obicei la piesele de dimensiuni mari care nu pot fi fixate în universalul maşinii de rectificat. Prelucrarea se execută, în acest caz, la maşinile de rectificat planetare, piesa fiind fixată pe masa maşinii. Piatra de rectificat execută o mişcare planetară, adică o mişcare de rotaţie în jurul axei sale, axă care are o mişcare de revoluţie în jurul axei piesei (fig. 7.122). Mişcarea de avans longitudinal (mişcarea de translaţie alternativă) se realizează prin deplasarea suportului pietrei de rectificat, iar mişcarea de avans transversal, prin deplasarea pietrei de rectificat. Pentru alezaje cu diametre

de 30—40 mm, diametrul pietrei abrazive se ia apropiat de al alezajului; pentru alezaje mai mari, diametrul pietrelor abrazive se ia aproximativ 0,9—0,6 din diametrul alezajului; pentru alezaje peste 150 mm, diametrul pietrei de rectificat se ia mai mic decît jumătatea alezajului. Lățimea pietrelor se ia de obicei: de 50 mm pentru găuri cu diametre peste 50 mm și de 13—16 mm pentru diametre sub 50 mm.

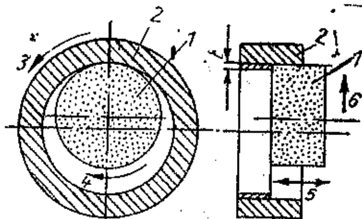


Fig. 7.121. Schema pentru rectificare interioară cu rotirea piesei:

1 — piatra de rectificat; *2* — piesa de prelucrat; *3* — sensul de rotire a piesei; *4* — mișcarea principală; *5* — mișcarea de avans transversal a pietrei de rectificat; *t* — adîncimea de așchiere; *6* — avans transversal.

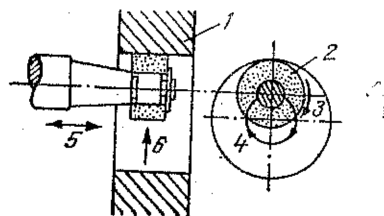


Fig. 7.122. Rectificarea interioară planetară:

1 — piesă de prelucrat; *2* — piatră de rectificat; *3* — mișcare principală; *4* — sensul mișcării planetare; *5* — avansul longitudinal alternativ; *6* — avans transversal.

3.11.2.2. *Rectificarea plană.* Rectificarea plană se aplică în scopul obținerii unei mari precizii a dimensiunilor piesei sau a planității suprafeței, sau a unui înalt grad de netezime a acesteia. Prelucrarea se execută la mașini de rectificat plan, piesa fiind fixată pe masa mașinii. După suprafața de lucru a discului de rectificat cu care se face prelucrarea, rectificarea plană poate fi periferică sau frontală.

— *Rectificarea plană periferică* se execută cu suprafața cilindrică exterioară a discului de rectificat. Prelucrarea se execută la mașini de rectificat plan cu masa port-piesă dreptunghiulară cu mișcare de avans longitudinală rectilinie alternativă și la mașini de rectificat plan cu masa rotundă cu mișcare de rotație. În ambele cazuri, avansul transversal, avansul de pătrundere și mișcarea principală sînt realizate cu ajutorul discului de rectificat (fig. 7.123). La mașinile cu masa port-piesă rotundă se rectifică de obicei piesele în formă de disc și în special frezele subțiri spre centru.

— *Rectificarea plană frontală* se obține la mașini de rectificat plan cu suprafața frontală a discului abraziv. Discul de rectificat, montat cu axa sa perpendicular pe suprafața de rectificat, execută atît mișcarea principală de rotație rapidă, cît și avansul de pătrundere după fiecare rotație sau cursă a mesei. Masa port-piesă, care poate fi dreptunghiulară sau rotundă, execută mișcarea de avans rectilinie alternativă, în primul caz, și de rotație, în ultimul. De obicei, suprafețele plane cu dimensiuni mari se prelucrează la mașinile de rectificat plan cu masă

dreptunghiulară, iar la suprafețele frontale ale pieselor de revoluție (de exemplu, inele de rulmenți), la mașinile de rectificat plan cu masă rotundă. Discurile de rectificat sînt cilindrice (inele sau segmenți).

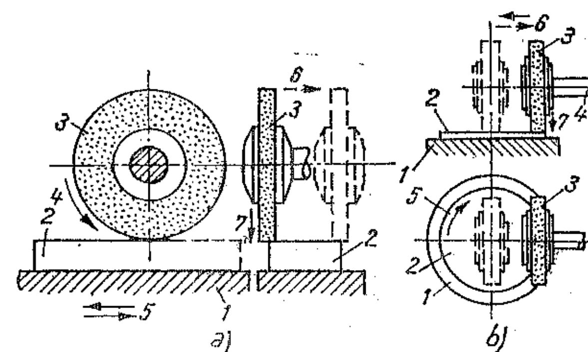


Fig. 7.123. Schema rectificării plane:

a — la mașini cu masă dreptunghiulară; *b* — la mașini cu masă rotundă; *1* — masă portpiesă; *2* — piesă de rectificat; *3* — disc de rectificat; *4* — mișcare principală; *5* — mișcarea masei portpiesă; *6* — avansul transversal al discului de rectificat; *7* — avans de pătrundere.

3.11.2.3. *Rectificarea suprafețelor cu profile specifice.* Din această categorie de prelucrări fac parte, de exemplu: rectificarea roților dințate, rectificarea filetului, rectificarea arborilor cotiți, rectificarea arborilor cu came, ascuțirea sculelor etc.

a. **Rectificarea roților dințate cilindrice,** se folosește la netezirea dinților după ce roțile dințate au fost supuse în prealabil unui tratament termic de îmbunătățire. Operația de rectificare se aplică prin două procedee: prin copiere și prin rostogolire.

— *Rectificarea dinților prin copiere* se execută cu una sau cu două pietre abrazive profilate.

Rectificarea cu o singură piatră, avînd profil în evolventă (fig. 7.124, *a*), se execută pe o mașină de rectificat specială, cu cap divizor. Piatra are forma unui disc cu profil ascuțit după profilul golului dintre doi dinți alăturați ai roții dințate, astfel că rectificarea se obține la o singură trecere. Această metodă este puțin economică deoarece piatra de rectificat se uzează repede și trebuie ascuțită (îndreptată) des cu diamantul. Pentru realizarea rectificării suprafeței dinților, discul abraziv execută o mișcare de rotație și o mișcare rectilinie alternativă de-a lungul dintelui care se rectifică. După rectificarea completă a flancurilor dinților dintr-un gol, cu ajutorul capului divizor se trece la golul următor.

Rectificarea cu două pietre disc elimină unele deficiențe de la prelucrarea cu o singură piatră abrazivă. Cele două pietre au fața din stînga, respectiv fața din dreapta, profilată ca să rectifice simultan flancurile a doi dinți alăturați din același gol sau din două goluri succesive (pentru dinți cu modulul mic).

— *Rectificarea dinților prin rostogolire* se poate executa cu un singur disc abraziv sau cu două discuri abrazive avînd axele înclinate între ele.

La rectificarea cu un singur disc abraziv acesta are profilul astfel ascuțit, încît formează în secțiune dintele cremalierei de referință. Discul abraziv execută o mișcare de rotație și o mișcare rectilinie alternativă de-a lungul dintelui care se rectifică, iar roata dințată care se prelucrează execută o mișcare de oscilație pe cremaliera de referință (fig. 7.124, *b*). După rectificarea completă a unui dinte, roata dințată este rotită cu ajutorul capului divizor pentru a trece la prelucrarea dintelui următor.

La rectificarea dinților cu două discuri abrazive (fig. 7.124, *c*), acestea au fețele de lucru drepte, ceea ce ușurează ascuțirea pietrelor cînd se uzează. Fața pietrei este înclinată în raport cu axa piesei cu unghiul corespunzător înclinării cremalierei de referință care generează evolventa dintelui roții. În timpul prelucrării, piesa execută o mișcare de rostogolire de-a lungul cremalierei de referință, într-o parte sau alta.

b. **Rectificarea filetului** se aplică pentru obținerea unei precizii înalte a dimensiunilor filetului la anumite piese ale mașinilor-unelte, instrumentelor și aparatelor de măsurat etc. Rectificarea filetului se execută de obicei la mașini de rectificat filet și uneori la strunguri cu discuri abrazive cu profil simplu sau cu profil multiplu; profilul executat pe periferia pietrelor abrazive este identic cu cel al filetului piesei care trebuie rectificat. Pietrele abrazive cu profil simplu se folosesc la rectificarea pieselor lungi, iar cele cu profil multiplu, la piesele scurte; în ultimul caz, lățimea discului este mai mare decît lungimea de filetat. În ambele cazuri, discurile abrazive au turație mare și avans transversal, iar piesa execută o mișcare de rotație (50—60 rot/min); în primul caz, piesa execută și avansul longitudinal.

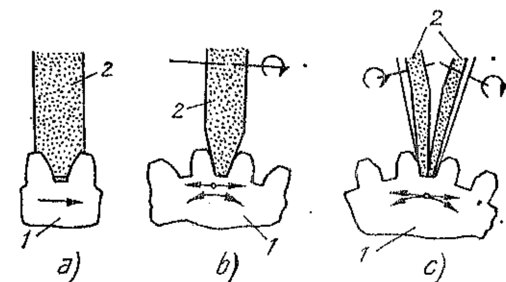


Fig. 7.124. Schema rectificării roților dințate cilindrice: *a* – prin copiere; *b* – prin rostogolire, cu o singură piatră abrazivă; *c* – prin rostogolire, cu două pietre abrazive; *1* – roată dințată; *2* – disc abraziv.

3.11.2.4. *Ascuțirea sculelor.* Așhierea cu scule corect ascuțite asigură calitatea suprafețelor prelucrate, menținerea toleranțelor și păstrarea muchiei tăietoare a sculei.

a. **Ascuțirea cuțitelor de strung, raboteză și morteză.** Ascuțirea se face, în general pe cale mecanică (cu abrazivi) și, în prezent, și prin procedee electrice (prin scîntei) sau procedee anodo-mecanice.

La cuțitele cu plăcuțe din carburi metalice, ascuțirea cu abrazivi comportă degroșarea fețelor de așezare a corpului, degroșarea fețelor plăcuței, netezirea plăcuței și lepuirea fațetelor *f* de pe fețele de așezare și de degajare ale plăcuței, așa cum este arătat în fig. 7.125. Pentru *degroșarea feței de așezare a corpului cuțitului,* ascuțirea se poate face cu periferia unui disc de polizor (fig. 7.126). Unghiul de așezare sub care se rectifică corpul cuțitului este $\alpha + 6°$. În tabela 8.73 sînt date indicații asupra caracteristicilor discurilor de polizor pentru ascuțirea de degroșare, de semifinisare și de finisare.

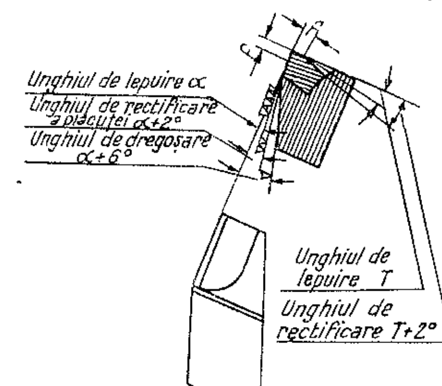


Fig. 7.125.

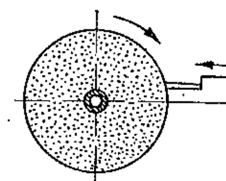


Fig. 7.126.

Atît rectificarea de degroșare, cît și cea de finisare este recomandabil să se execute cu fețele frontale ale pietrelor abrazive disc sau oală; contactul cuțitului cu discul abraziv trebuie astfel făcut ca efortul pietrei să tindă a apăsa plăcuța pe suportul său (fig. 7.127). În timpul ascuțirii, trebuie controlate cu atenție unghiurile de tăiere prescrise pentru diferite materiale și operații de prelucrare; acest control se face cu ajutorul calibrelor sau șabloanelor (fig. 7.128). Ascuțirea cu răcire continuă cu apă cu 1—2% sodă calcinată este mai economică decît ascuțirea uscată. Nu este permisă răcirea cuțitelor în apă cînd se folosește rectificarea uscată. Ascuțirea cu mîna este deseori preferabilă ascuțirii mecanice; în ultimul caz, avansul de pătrundere al discului de polizor nu trebuie să depășească 0,02—0,03 mm.

Lepuirea plăcuțelor după rectificarea de netezire se face cu discuri de fontă ($HB = 130\ldots$

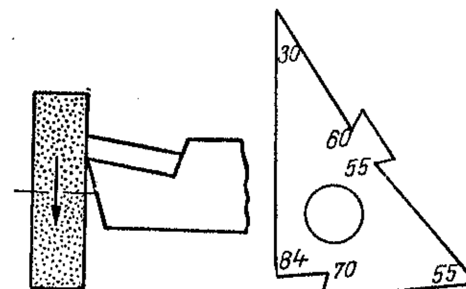


Fig. 7.127. Fig. 7.128.

...160) cu structură fină sau discuri de cupru pe suprafaţa cărora se aplică un strat subţire de pastă abrazivă (amestec de pulbere de diamant sau carbură de bor, ulei de parafină şi roşu de Paris). Această ultimă prelucrare se execută pe faţeta *f* a feţei de degajare (la un unghi de degajare γ) şi pe aceeaşi porţiune *f* a feţei de aşezare (la un unghi de aşezare α); mărimea acestei faţete (v. fig. 7.125), în funcţie de secţiunea cuţitului, este indicată în tabela 7.50.

Tabela 7.50. **Mărimea feţelor cuţitelor**

Secţiunea cuţitului	10 × 16 12 × 20	16 × 25 20 × 30 25 × 40	30 × 45 40 × 60
Mărimea faţetei *f* (v. fig. 7.125), mm	1,0	1,5	2,0

Pentru ascuţirea cuţitelor cu plăcuţe din materiale ceramice se recomandă discuri abrazive din carbură de siliciu verde cu liant ceramic. La operaţia de degroşare se utilizează discuri abrazive cu granulaţia şi duritatea 46/M, iar la operaţia de netezire 60/M—80/M. Viteza periferică a discului abraziv se ia de circa 5 m/s; la discuri de polizor cu duritate mare, viteza se micşorează (pînă la 2 m/s). Pentru operaţia finală de lepuire se folosesc discuri de fontă pe care se aplică un strat foarte subţire de carbură de bor cu granulaţia 200—230.

Ascuţirea cuţitelor din oţel rapid sau *cu plăcuţe din oţel rapid* se execută la polizor sau la maşini de ascuţit scule, de obicei cu partea periferică a discului abraziv. Sensul de rotaţie al pietrei trebuie să fie spre muchia de tăiere, pentru realizarea unui tăiş ascuţit şi evitarea spargerii sau desprinderii plăcuţelor din oţel rapid din cauza unei lipiri slabe. Apăsarea cuţitului în timpul ascuţirii trebuie să fie uniformă şi nu prea mare, pentru a nu se produce o decălire. Cînd ascuţirea se face la polizor, cuţitul trebuie deplasat paralel cu axa pietrei ca să se obţină un tăiş drept şi o uzură uniformă a pietrei. Este recomandabil ca ascuţirea să se execute cu o răcire abundentă (10—20 l/min); trebuie evitată răcirea cuţitului prin introducerea lui în apă. La ascuţirea cuţitelor, se ascute la început faţa de degajare, după aceea feţele de aşezare principale şi secundare şi la sfîrşit raza la vîrf. Pentru ascuţirea cuţitelor cu plăcuţe din oţel rapid, este preferabil ca ascuţirea să se facă dinspre partea feţei libere a cuţitului.

b. **Ascuţirea burghielor elicoidale.** Ascuţirea corectă a burghielor elicoidale se poate realiza numai cu ajutorul unor maşini sau dispozitive de ascuţit speciale. Pentru ascuţirea suprafeţelor de aşezare, se foloseşte fie ascuţirea elicoidală, fie ascuţirea conică.

Ascuţirea elicoidală se foloseşte de obicei la burghiele pentru prelucrarea găurilor în materiale moi, deoarece unghiul de aşezare are o creştere mai accentuată către centrul burghiului. Schema dispozitivu-

lui de ascuţire elicoidală este arătat în fig. 7.129. Discul de polizor execută, concomitent cu mişcarea principală de rotaţie în jurul axei sale *AA*, o mişcare de rotaţie în jurul axei *BB* şi o mişcare rectilinie alternativă de-a lungul axei sale; în acelaşi timp, şi burghiul elicoidal execută o mişcare de rotaţie. Prin acest procedeu se realizează o creştere a unghiului de aşezare spre centrul burghiului cu circa 25 %.

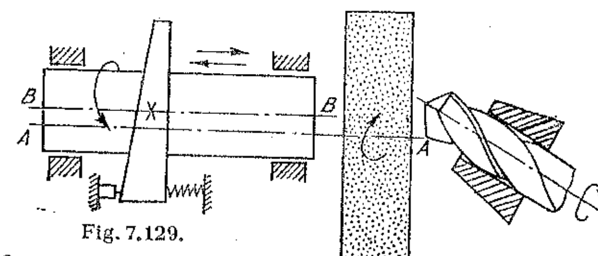


Fig. 7.129.

Ascuţirea conică se utilizează la executarea găurilor în materiale dure. În fig. 7.130, *a* este arătată schema unui dispozitiv pentru ascuţirea conică a suprafeţei de aşezare pentru cazurile cînd distanţa de la vîrful conului de ascuţire la axa burghiului este 1,16 *D*, *D* fiind diametrul burghiului (procedeul I). În fig. 7.130, *b* este prezentat acelaşi dispozitiv, însă pentru cazurile cînd distanţa de la vîful conului de ascuţire la axa burghiului este de 1,9 D (procedeul II). În ambele cazuri, burghiul elicoidal este fixat într-un suport special care se roteşte faţă de axa *OO* a unui con imaginar, care este diferit la cele două dispozitive. O utilizare mai mare o are ultimul dispozitiv, deoarece asigură o creştere mai accentuată a unghiului de aşezare spre centrul burghiului.

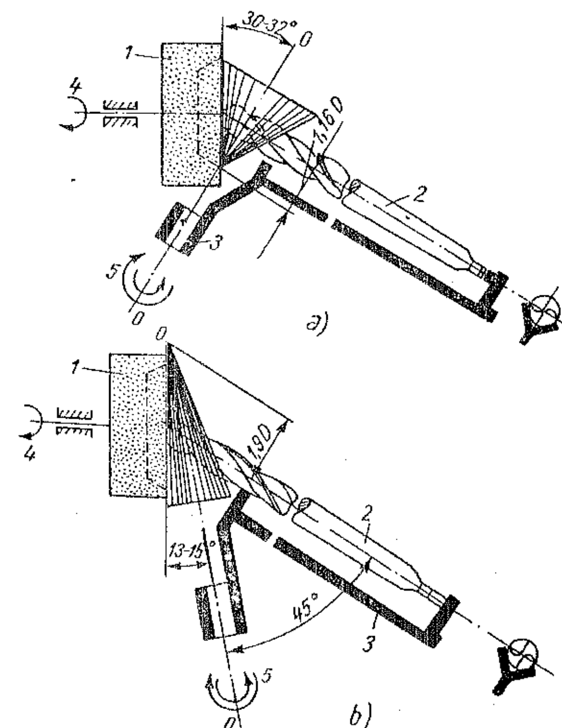


Fig. 7.130. Schema dispozitivului pentru ascuţirea conică:
a—procedeul I; *b*—procedeul II; *1*—disc abraziv; *2*—burghiu spiral; *3*—dispozitiv portburghiu; *4*—mişcarea discului de polizor; *5*—mişcările dispozitivului portburghiu.

Prin folosirea procedeelor de ascuțire descrise mai sus, nu pot fi eliminate unele deficiențe, cum sînt, de exemplu: unghiul de degajare mai mic în punctele dinspre centrul burghiului și frecarea mare pe fațeta cilindrică, deoarece lipsește unghiul de așezare. Pentru reducerea parțială a acestor deficiențe se recomandă ascuțirea burghielor elicoidale după una din formele indicate în fig. 7.131, și anume:

— forma simplă normală (fig. 7.131, *a*) pentru prelucrări în oțel și fontă cu burghie elicoidale cu diametre de 0,25—12 mm;

— forma simplă cu ascuțirea tăișului transversal (fig. 7.131, *b*) pentru prelucrări în oțel cu $\sigma_r < 50$ kgf/mm², cu burghie elicoidale cu diametre de 12—80 mm.

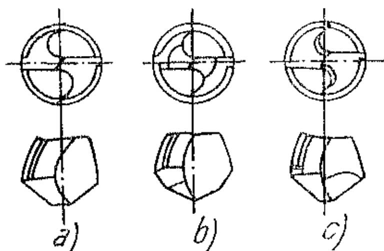


Fig. 7.131. Forme de ascuțire a burghiului spiral:
a — ascuțirea simplă normală; *b* — ascuțire dublă; *c* — ascuțire simplă cu mișcarea tăișului transversal.

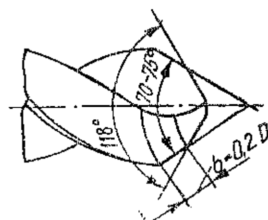


Fig. 7.132. Ascuțirea dublă a burghiului spiral.

— forma dublă cu ascuțirea tăișului tranversal (fig. 7.131, *c*) pentru prelucrări în oțel cu $\sigma > 50$ kgf/mm², cu burghie elicoidale cu diametre de 12—80 mm.

Prin ascuțirea dublă (fig. 7.132) se obține o micșorare a unghiului la vîrf în punctele cele mai solicitate ale burghiului, spre diametrul exterior. Așchiile obținute sînt mai late, însă cu o grosime mai mică. Burghiele elicoidale, prin ascuțire dublă, au o durată de așchiere continuă de circa 2,5—3 ori mai mare decît a burghielor elicoidale ascuțite cu unghi la vîrf simplu.

Pentru îmbunătățirea condițiilor de așchiere ale burghielor cu diametre mari sau la cele destinate pentru prelucrări în oțeluri cu duritate mică sau mijlocie, este necesar ca lungimea tăișului transversal *BB* (fig. 7.133) să fie redusă la circa 0,1 *D* (*D* este diametrul burghiului). În acest scop muchiile așchietoare *AB* se prelungesc prin ascuțire pe porțiunile *BC*.

Fațetele cilindrice ale burghiului se uzează în mod obișnuit pe porțiunea în care se intersectează cu muchiile așchietoare. Este recomandabil ca fațetele în acest loc să fie ajustate sub un unghi de așezare de 6—8°, astfel ca lățimea fațetei pe porțiunea cilindrică să rămînă de 0,1 — 0,2 mm; lungimea fațetei variază între 1,5 și 5 mm în funcție de diametrul burghiului (fig. 7.134).

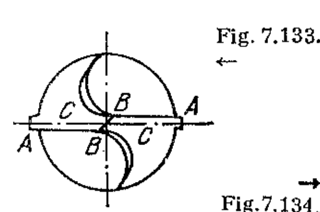


Fig. 7.133.

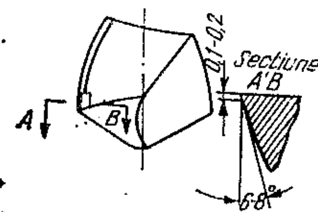


Fig. 7.134.



Fig. 7.135. Echer de control.

Verificarea burghielor elicoidale în timpul ascuțirii se face cu un echer de control (fig. 7.135).

c. **Ascuțirea adîncitoarelor.** După forma constructivă a adîncitorului, ascuțirea se execută pe fața de așezare sau pe fața de degajare. Adîncitoarele, folosite în mod curent, se ascut prin rectificarea feței de așezare (fig. 7.136) cu ajutorul pietrelor oală, la mașini universale de ascuțit scule. Un reazem reglabil servește la rezemarea dintelui adîncitorului într-o anumită poziție. Dacă ascuțirea adîncitorului se face după fața de degajare, este necesar ca în prealabil să fie ascuțită fața de așezare; în acest caz, adîncitorul este așezat pe mașina universală de ascuțit scule, prins pe un dorn plasat între vîrfuri. La adîncitoarele cu dinți detalonați, așezarea acestora pe mașinile universale de ascuțit scule se face cu ajutorul unui dorn fixat pe un suport mobil; prin orientarea convenabilă a acestui dorn, ascuțirea adîncitorului se poate face numai pe fețele de degajare. Pentru ascuțirea fețelor de degajare se folosesc pietre abrazive în formă de disc.

d. **Ascuțirea alezoarelor.** Operațiile de rectificare la ascuțirea alezoarelor se succed astfel: rectificarea feței de degajare a dinților, după care urmează rectificarea diametrului exterior (fațetele) la mașini de rectificat rotund și apoi rectificarea feței de așezare a dinților (fig. 7.137). Prima și ultima operație de rectificare se execută la mașini universale de ascuțit scule. Pentru alezoare din oțel carbon pentru scule sau din oțel rapid se folosesc discuri abrazive din electrocorund (corindon sintetic) cu granulația 80, iar pentru alezoarele cu plăci din carbură metalică se folosesc discuri abrazive din carbură de siliciu (verde) cu granulația 46—60. După ultima operație de ascuțire se recomandă să se facă o supranetezire a alezoarelor cu pietre de granulație fină sau, în cazul alezoarelor cu plăcuțe de carburi metalice, cu discuri de fontă

pe care se aplică un strat foarte subțire de pastă abrazivă de carbură de bor (cu granulația 170—325).

e. Ascuțirea tarozilor și filierelor. Tarozii se ascut pe fața de degajare, cu ajutorul pietrelor abrazive disc sau oală, la mașini universale de ascuțit scule. Pentru ascuțire, tarodul este prins într-un cap divizor sau între vîrfuri și cu fața de degajare în plan vertical la distanța h de planul vertical care trece prin axa tarodului (fig. 7.138).

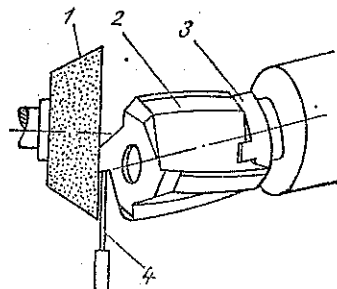


Fig. 7.136. Ascuțirea feței de așezare la un adîncitor cu gaură: 1 — disc de rectificat; 2 — adîncitor; 3 — dorn; 4 — reazem.

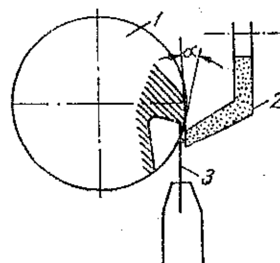


Fig. 7.137. Ascuțirea feței de așezare la un alezor: 1 — alezor; 2 — disc de rectificat; 3 — reazem.

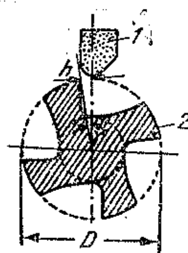


Fig. 7.138. Ascuțirea feței de degajare a tarodului: 1 — disc de rectificat; 2 — tarod.

Distanța h este dată de relația $h = (D \sin \gamma)/2$, în care D este diametrul exterior al filetului tarodului iar γ — unghiul de degajare.

Pe conul de atac al tarodului, se ascute și fața de așezare, prin detalonare, cu ajutorul unor mașini speciale și al unor discuri abrazive avînd același profil și lățime cu cele ale conului de atac. Această operație se poate executa și pe mașini universale de ascuțit scule sau pe mașini de rectificat rotund, cu ajutorul unor dispozitive speciale.

Filierele rotunde se ascut pe fața de degajare, atît pe lungimea părții filetate, cît și pe suprafața detalonată a părții de atac. Ambele operații se execută pe mașini speciale de rectificat.

f. Ascuțirea frezelor. Pentru asigurarea unei durate optime de așchiere continuă a frezelor, este necesar ca acestea să se ascută imediat ce lățimea fațetelor a atins limita de uzură. Experimental s-au stabilit următoarele lățimi limită de uzură a fațetelor:

0,4—0,6 mm la frezarea de degroșare cu freze cilindrice, cu freze cilindro-frontale și cu freze disc cu trei tăișuri;
1,5—2,0 mm la frezarea de degroșare cu freze cilindro-frontale cu dinți demontabili;
0,15—0,2 mm la frezarea de degroșare cu freze cu coadă, cu freze disc de diferite tipuri și cu alte freze;

0,3—0,5 mm la frezarea de finisare cu freze frontale cu dinți demontabili;
0,15—0,25 mm la frezarea de finisare cu freze de alte tipuri.

Operația de ascuțire a frezelor diferă după cum frezele sînt cu dinți frezați sau cu dinți detalonați.

La *frezele cu dinți frezați*, ascuțirea se face cu ajutorul pietrelor de rectificat în fontă de oală dreaptă sau conică. Se execută mai întîi ascuțirea feței de degajare a dinților și apoi spatele dinților. Tăișul dintelui a cărui față de așezare se ascute se așază la distanța d sub planul care trece prin axa frezei și este paralel cu masa mașinii. Valoarea distanței este dată de relația $d = \frac{D}{2} \sin \alpha$,

D fiind diametrul frezei, iar α — unghiul de așezare a dinților.

Piatra de rectificat se montează înclinat față de axa frezei și sensul de rotație este astfel ales încît să se evite formarea așchiilor filiforme (fig. 7.139). La operațiile de degroșare, unghiul α variază între 5 și 7° pentru metale cu duritate mare și se ia de 5° pentru metale cu duritate mică; la operațiile de finisare, unghiul α se micșorează pînă la 3°.

La frezele cu dinți elicoidali, valoarea unghiului α este dată de relația: $\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \alpha_n \cdot \cos \omega$,

în care: α este unghiul principal de așezare (unghiul format în planul perpendicular pe axa frezei);
α_n — unghiul normal de așezare (unghiul format în planul perpendicular pe elicea dintelui);
ω — unghiul elicei dinților.

La frezele cilindrice cu dinți drepți, degroșarea se face prin rectificarea pe întreaga circumferință a frezei; pentru finisare, ascuțirea se face dinte cu dinte, imprimîndu-se frezei o mișcare de translație axială; mișcarea de rotație a frezei este împiedicată de un reazem (p) a cărui poziție este reglată la primul dinte și se menține constantă pentru toți dinții care se succed pentru ascuțire. La frezele cilindrice cu dinți elicoidali, pe lîngă deplasarea axială, piesele execută și o mișcare de rotație imprimată de un cap divizor sau de un reazem (p). Fețele

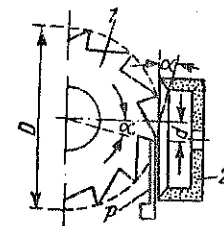


Fig. 7.139. Ascuțirea frezelor cu dinți frezați: 1 — freză; 2 — piatră de rectificat; p — reazem.

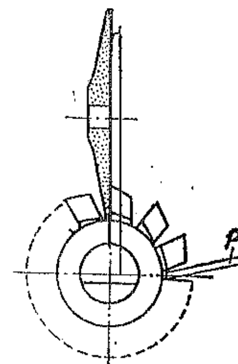


Fig. 140.

de degajare la aceste freze se ascut cu pietre de polizor în formă de taler; axa frezei se înclină faţă de axa pietrei de rectificat cu un unghi corespunzător unghiului ω al elicei dinţilor frezei.

La frezele cilindro-frontale, ascuţirea se face şi pe partea frontală, cu ajutorul pietrelor de rectificat în formă de oală; în acest caz, axa pietrei este înclinată faţă de axa frezei cu valoarea unghiului de aşezare a dinţilor pe partea frontală a frezei.

La *frezele cu dinţi detalonaţi*, drepţi sau elicoidali, ascuţirea se face pe faţa de degajare cu indicaţia ca planul feţei după ascuţire să treacă prin axa frezei (fig. 7.140). Verificarea acestei operaţii se face cu ajutorul unui şablon de control. Un reazem (*p*) asigură poziţia necesară frezei în timpul ascuţirii. Pentru rectificare se folosesc pietre de polizor cilindrice cu tăietură conică simplu sau dublu subţiată precum şi pietre de polizor tip taler.

3.11.3. **Regim de lucru.** Regimul de lucru se alege în funcţie de felul operaţiei de rectificare, de materialul care se prelucrează şi de diametrul piesei. Astfel, pentru rectificarea exterioară, vitezele periferice ale pietrei de rectificat se aleg în funcţie de materialul care se prelucrează (tabela 7.51); avansurile transversale se stabilesc în funcţie de felul operaţiei de rectificare (tabela 7.52); avansurile longitudinale ale pietrei de rectificat pentru operaţia de degroşare se aleg în funcţie de felul materialului (tabela 7.53).

Tabela 7.51. **Vitezele periferice ale pietrelor de rectificat, m/s**

Materialul piesei de rectificat	Rectificare de degroşare, cu avansul		Rectificare de finisare, cu avansul	
	manual	automat	manual	automat
Fontă	18	23	20	25
Oţel necălit	25	30	30	40
Oţel călit	25	30	30	40

Tabela 7.52. **Avansuri transversale, mm/cursa mesei**

Operaţia de rectificare	Avansul longitudinal mai mic decît jumătate din lăţimea pietrei de rectificat	Avansul longitudinal mai mare decît jumătate din lăţimea pietrei de rectificat
Degroşare	0,025	0,01
Finisare	0,015	0,005

Tabela 7.53. **Avansuri longitudinale la rectificarea de degroşare**

Materialul piesei de rectificat	Diametrul pietrei de rectificat, mm	Avansul longitudinal rectificat la o rotaţie, în fracţiuni din lăţimea pietrei de rectificat
Fontă	Pînă la 20 Peste 20	0,30—0,50 0,85
Oţel necălit	Pînă la 20 Peste 20	0,30—0,50 0,75
Oţel călit	Pînă la 20 Peste 20	0,30—0,50 0,70

Avansul longitudinal pentru netezire se ia 0,2—0,3 din lăţimea pietrei de rectificat, indiferent de materialul care se prelucrează şi de diametrul piesei.

Viteza periferică a pieselor călite la operaţiile de degroşare se stabileşte în funcţie de avansul longitudinal folosit şi de diametrul pie-

sei respective (tabela 7.54). Valorile vitezelor din tabela 7.54 se majorează cu 10% la rectificarea pieselor necălite şi se micşorează cu 10—20% la piesele de fontă.

Tabela 7.54. **Viteza periferică a pieselor călite, la operaţii de degroşare, m/min**

Diametrul piesei care se rectifică	Avansul longitudinal, în fracţiuni din lăţimea pietrei									
	0,3		0,4		0,5		0,6		0,7	
	Avansul transversal pentru o cursă a mesei, mm									
	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02
20	29	13	21,5	9	17,5	7,8	14,5	6,5	12,5	5,0
40	35,5	16	26,5	11,8	21,5	9,6	17,8	7,9	15,2	5,4
60	40	18	30	13,5	24	10,8	20	9,0	17,2	5,6
80	44	19,5	33	14,5	26,5	11,8	22	9,8	18,8	6,4
100	47	21	35	15,5	28	12,5	23,5	10,5	20	7,0
140	52	23	39	17,2	31	14	26	11,5	22	7,3
200	57,5	25,5	43	19,2	35	15,5	29	12,8	25	8,2
250	61,5	2,75	46	20,5	37	16,5	31	13,8	26,5	8,7
300	65	29	49	21	39	17,5	32,5	14,5	28	9,2

Tabela 7.55. **Adîncimea de aşchiere pentru o cursă dublă a mesei la maşina de rectificat exterior, mm/c.d.**

Rectificare de:	Materialul piesei care se rectifică	Diametrul piesei de rectificat, mm			
		20—40	60—80	120—200	250—300
Degroşare	Oţel călit	0,015—0,02	0,02—0,035	0,025—0,045	0,35—0,06
	Oţel necălit	0,015—0,025	0,025—0,040	0,030 0,055	0,05—0,07
	Fontă	0,02—0,03	0,035—0,055	0,05—0,08	0,06—0,08
Finisare	Oţel călit	0,005—0,01	0,005—0,01	0,005—0,012	0,005—0,015
	Oţel necălit	0,005—0,01	0,005—0,012	0,005—0,015	0,007—0,015
	Fontă	0,005—0,012	0,005—0,015	0,007—0,015	0,007—0,018

Adîncimea de aşchiere pentru rectificarea exterioară de degroşare şi rectificarea de finisare, în funcţie de diametrul piesei de rectificat, este indicată în tabela 7.55. Valorile din această tabelă se micşorează puţin în cazul rectificării interioare.

3.11.4. **Adaosuri de prelucrare.** Operaţiile de rectificare sînt, în general precedate de alte operaţii de aşchiere, cum sînt, de exemplu, strunjirea de finisare, frezarea de finisare etc. Pentru obţinerea dimensiunilor impuse pieselor după rectificare este necesar a se lăsa acestora după operaţiile preliminare de aşchiere un strat suplimentar de material ca adaos pentru rectificare.

Adaosurile de prelucrare trebuie să aibă asemenea valori încît să poată fi îndepărtate în timp minim şi să permită obţinerea după rectificare a dimensiunilor cerute piesei cu abaterile limită admise.

Mărimea adaosurilor de prelucrare mai este în funcţie şi de tehnologia de prelucrare a pieselor înainte şi după rectificare, precum şi de gradul de netezime pe care trebuie să-l aibă suprafaţa rectificată. Astfel, dacă rectificarea de degroşare este executată înainte de tratamentul termic, adaosurile de prelucrare totale pentru rectificare trebuie să fie de aproximativ de 1,5 ori mai mare decît adaosurile normale de prelucrare pentru rectificare. O mărime a adaosurilor de prelucrare se impune şi în cazul cînd, după rectificarea suprafeţelor metalice, acestea urmează a fi supuse şi altor prelucrări (de exemplu, rodare). Cînd suprafaţa rectificată a pieselor trebuie să aibă un grad înalt de netezime, este necesar ca adaosurile de prelucrare să fie de asemenea mai mari, deoarece înaintea rectificării de finisare trebuie executată şi o rectificare de degroşare.

În tabelele 7.56—7.58 sînt arătate adaosurile de prelucrare pentru operaţiile de rectificare rotundă exterioară, între vîrfuri şi fără vîrfuri precum şi pentru rectificarea rotundă interioară. Valorile acestor adaosuri trebuie majorate cu 50% în cazul cînd rectificarea de degroşare se efectuează înainte de tratamentul termic al pieselor. Din aceste adaosuri, 40% se îndepărtează înainte de tratamentul termic şi restul de 60% după tratamentul termic.

3.11.5. **Maşini de rectificat.** 3.11.5.1. *Generalităţi.* O maşină de rectificat se compune, în general, din următoarele părţi mai importante: batiul, o masă dreptunghiulară sau rotundă portpiesă, suportul pietrei de rectificat, păpuşa fixă şi păpuşa mobilă, mecanismul de antrenare al pietrei de rectificat pentru mişcarea de rotaţie, mecanismele de avans pentru masa portpiesă şi suportul pietrei de rectificat, dispozitivul de antrenare al axului păpuşii fixe pentru mişcarea de rotaţie a piesei, motoarele pentru antrenarea pietrei de rectificat a axului păpuşii fixe etc.

Mişcările de avans ale mesei se obţin de obicei prin mecanisme cu acţionare hidraulică.

Caracteristicile unei maşini de rectificat obişnuite sînt: distanţa dintre vîrfuri, cursa maximă a mesei, cursa maximă transversală sau verticală a suportului pietrei de rectificat diametrul maxim al pietrei de rectificat şi turaţiile maxime şi minime ale axului de rectificat, avansurile mesei şi ale pietrei de rectificat, precum şi turaţiile maxime şi minime ale axului păpuşii fixe.

3.11.5.2. *Clasificare şi descriere.* După forma suprafeţelor şi după felul pieselor care se rectifică, maşinile de rectificat se clasifică în maşini de rectificat rotund, maşini de rectificat plan şi maşini de rectificat speciale.

a. **Maşini de rectificat rotund.** Aceste maşini sînt folosite pentru operaţiile de rectificare rotundă. Maşinile de rectificat rotund se împart

Tabela 7.56. **Adaosuri de prelucrare pentru rectificarea rotundă, între vîrfuri**

Materialul de rectificat	Diametrul nominal al piesei, mm	Lungimea de rectificat, mm: Pînă la 50	50—100	100—400	400—800	800—1200	1200—1600	1600—2000	peste 2000
Piese călite	3—10	0,20—0,23	0,20—0,30	0,25—0,35			—	—	—
	10—18	0,25—0,30	0,25—0,35	0,30—0,40	—	—	—	—	—
	18—30	0,25—0,30	0,25—0,40	0,30—0,45	0,35—0,50	—	—	—	—
	30—50	0,35—0,40	0,35—0,50	0,40—0,55	0,45—0,60	0,55—0,65	—	—	—
	50—120	0,40—0,45	0,40—0,55	0,45—0,60	0,50—0,65	0,60—0,75	0,70—0,85	0,75—0,95	0,80—1,00
	120—180	—	0,50—0,65	0,55—0,70	0,60—0,75	0,65—0,80	0,75—0,90	0,80—1,00	0,80—1,00
	180—260	—	0,55—0,70	0,60—0,75	0,70—0,85	0,70—0,85	0,80—0,95	0,85—1,05	0,90—1,10
	260—360	—	0,60—0,80	0,65—0,85	0,70—0,90	0,80—1,00	0,85—1,05	0,90—1,10	0,95—1,15
	peste 360	—	0,70—0,90	0,80—1,00	0,85—1,05	0,90—1,10	0,95—1,15	0,95—1,15	0,95—1,15
Piese necălite, din materiale diferite	2—10	0,15—0,17	0,15—0,25	0,20—0,30	—	—	—	—	—
	10—18	0,20—0,23	0,20—0,30	0,20—0,30	—	—	—	—	—
	18—30	0,20—0,23	0,20—0,35	0,20—0,35	0,25—0,40	—	—	—	—
	30—50	0,25—0,28	0,25—0,40	0,25—0,40	0,30—0,45	0,40—0,55	—	—	—
	50—120	0,30—0,34	0,30—0,45	0,30—0,45	0,30—0,45	0,40—0,55	0,45—0,60	0,50—0,70	0,60—0,80
	120—180	—	0,40—0,55	0,40—0,55	0,40—0,55	0,40—0,55	0,45—0,60	0,50—0,70	0,60—0,80
	180—260	—	0,45—0,60	0,45—0,60	0,45—0,60	0,45—0,60	0,45—0,60	0,50—0,70	0,60—0,80
	260—360	—	0,50—0,70	0,50—0,70	0,50—0,70	0,50—0,70	0,50—0,70	0,50—0,70	0,60—0,80
	peste 360	—	0,60—0,80	0,60—0,80	0,60—0,80	0,60—0,80	0,60—0,80	0,50—0,80	0,60—0,80

Tabela 7.57. **Adaosuri de prelucrare pentru rectificarea rotundă, fără vîrfuri**

Materialul de rectificat	Diametrul nominal al piesei, mm	Lungimea de rectificat, mm: Pînă la 50	50—100	100—250	250—500	500—750	750—1000
Piese călite	1—3	0,12—0,15	0,13—0,17	0,14—0,18	0,15—0,20	0,15—0,20	0,17—0,22
	3—10	0,15—0,20	0,17—0,22	0,20—0,25	0,22—0,27	0,25—0,30	0,25—0,30
	10—18	0,18—0,25	0,25—0,32	0,25—0,32	0,28—0,35	0,30—0,37	0,30—0,37
	18—30	0,20—0,30	0,28—0,38	0,28—0,38	0,32—0,42	0,35—0,45	0,35—0,45
	30—50	0,25—0,38	0,38—0,45	0,35—0,45	0,40—0,50	0,45—0,55	0,50—0,60
	50—120	0,35—0,45	0,40—0,50	0,40—0,50	0,45—0,55	0,50—0,65	0,60—0,75
	120—180	0,45—0,55	0,50—0,65	0,50—0,65	0,55—0,70	0,65—0,80	0,75—0,90

Tabela 7.57. (continuare)

Materialul de rectificat	Diametrul nominal al piesei, mm	Lungimea de rectificat, mm					
		Pînă la 10	50–100	100–250	250–500	500–750	750–1000
Piese necălite	1–3	0,10–0,13	0,10–0,13	0,12–0,15	0,12–0,15	0,13–0,17	0,15–0,20
	3–10	0,13–0,17	0,13–0,18	0,15–0,20	0,17–0,22	0,20–0,25	0,20–0,25
	10–18	0,17–0,23	0,18–0,25	0,20–0,27	0,20–0,28	0,20–0,30	0,20–0,30
	18–30	0,20–0,28	0,20–0,30	0,22–0,32	0,23–0,33	0,25–0,35	0,30–0,40
	30–50	0,25–0,33	0,25–0,35	0,27–0,37	0,28–0,38	0,30–0,40	0,35–0,45
	50–120	0,30–0,38	0,30–0,40	0,32–0,42	0,33–0,44	0,35–0,47	0,40–0,52
	120–180	0,33–0,43	0,35–0,45	0,38–0,50	0,40–0,53	0,42–0,57	0,45–0,60

Tabela 7.58. **Adaosuri de prelucrare pentru rectificarea rotundă interioară**

Materialul de rectificat	Diametrul nominal al piesei, mm	Lungimea de rectificat, mm						
		Pînă la 10	10–25	25–50	50–100	100–150	150–200	200–300
Piese călite	3–10	0,15–0,17	0,17–0,20	0,20–0,25	—	—	—	—
	10–18	0,17–0,20	0,20–0,25	0,22–0,27	0,27–0,32	0,35–0,45	—	—
	18–30	0,20–0,25	0,22–0,27	0,25–0,30	0,30–0,35	0,40–0,50	0,45–0,60	—
	30–50	0,25–0,35	0,27–0,37	0,30–0,40	0,35–0,45	0,50–0,65	0,55–0,70	0,60–0,75
	50–120	0,35–0,40	0,35–0,45	0,40–0,50	0,45–0,55	0,60–0,75	0,65–0,80	0,75–0,90
	120–180	0,40–0,50	0,40–0,50	0,45–0,55	0,50–0,60	0,60–0,80	0,70–0,90	0,75–0,95
	180–260	0,45–0,55	0,45–0,55	0,50–0,65	0,55–0,70	0,70–0,80	0,80–1,00	0,85–1,05
	260–360	0,55–0,65	0,55–0,65	0,60–0,75	0,65–0,80	—	—	—
Piese necălite	3–10	0,12–0,15	0,12–0,15	0,15–0,20	—	—	—	—
	10–18	0,15–0,17	0,15–0,17	0,15–0,20	0,20–0,25	—	—	—
	18–30	0,15–0,17	0,15–0,17	0,17–0,22	0,20–0,27	0,27–0,35	—	—
	30–50	0,17–0,20	0,17–0,22	0,20–0,25	0,25–0,32	0,30–0,35	0,35–0,45	0,40–0,50
	50–120	0,22–0,27	0,22–0,27	0,25–0,32	0,32–0,40	0,35–0,45	0,40–0,50	0,45–0,55
	120–180	0,30–0,35	0,32–0,37	0,35–0,40	0,37–0,45	0,40–0,50	0,55–0,65	0,60–0,75
	260–360	0,40–0,50	0,45–0,55	0,45–0,55	0,50–0,60	0,50–0,60	0,55–0,70	0,60–0,75

în maşini de rectificat rotund exterior, maşini de rectificat rotund interior şi maşini de rectificat universale.

1. *Maşini de rectificat rotund exterior* se caracterizează de obicei prin turaţia mare a pietrei de rectificat, turaţia mică a piesei care se prelucrează, avansul longitudinal al mesei portpiesă şi avansul transversal al pietrei abrazive; în general, aceste avansuri se obţin prin mecanisme hidraulice. După felul construcţiei şi al operaţiilor de prelucrare care pot fi executate, aceste maşini se mai clasifică în: maşini de rectificat rotund simple şi maşini de rectificat rotund fără vîrfuri.

— Maşina de rectificat rotund simplă diferă de maşina de rectificat rotund universală, prin faptul că nu are dispozitivul de rectificat interior şi nu permite decît rectificarea suprafeţelor cu conicitate mică, în care scop este posibilă rotirea mesei portpiesă numai cu un unghi pînă la 5—10°. Cu această maşină se mai pot rectifica şi suprafeţele frontale ale pieselor, prin avansul transversal al suportului pietrei abrazive.

În ţară, la I.M.U.A.B., se fabrică şi maşinile de rectificat rotund exterior simple: RE 100 pentru arbori cu diametrul exterior pînă la Ø = 100 mm, RE 350-1 (Ø = 350 mm) şi RE 350-2 (Ø = 350 mm).

— Maşina de rectificat rotundă fără vîrfuri se utilizează la rectificarea fără vîrfuri a suprafeţelor cilindrice exterioare ale unei piese. Procedeul de lucru la această maşină este arătat la subcapitolul „Rectificarea rotundă exterioară" (fig. 7.141).

Întreprinderea Maşini-Unelte şi Agregate Bucureşti (I.M.U.A.B.) construieşte în prezent maşinile de rectificat fără vîrfuri tip RFC 200, pentru rectificări universale, şi maşina de rectificat fără vîrfuri tip RFC 200-LM, cu lagăr hidrostatic pentru arborele pietrei de rectificat.

Maşinile sînt dotate cu dispozitive de oscilare axială a pietrei de rectificat, pentru operaţiile de suprafinisare. Piatra de avans are posibilitatea de variaţie liniară continuă a turaţiei şi variaţie unghiulară în două plane a poziţiei arborelui, ceea ce permite reglarea optimă a avansului de rectificarea prin trecere.

Caracteristicile tehnice principale ale acestor maşini sînt:

— diametrul de prelucrare minim/maxim	1,5/200 mm;
— diametrul minim/maxim al pietrei de rectificat	360/508 mm;
— diametrul minim/maxim al pietrei de avans	225/305 mm;
— turaţia maximă a pietrei de rectificat	1 200 rot/min;
— turaţia pietrei de avans	17 ... 72 rot/min;
— puterea motorului pietri de rectificat	13 kW;
— puterea motorului instalaţiei hidraulice	1,1 kW.

2. *Maşinile de rectificat rotund interior* se utilizează la rectificarea alezajelor. După construcţia şi modul de lucru, aceste maşini se clasi-

fică în: mașini de rectificat rotund interior cu dispozitiv de prindere, mașini de rectificat rotund interior planetare și mașini de rectificat rotund interior fără vîrfuri.

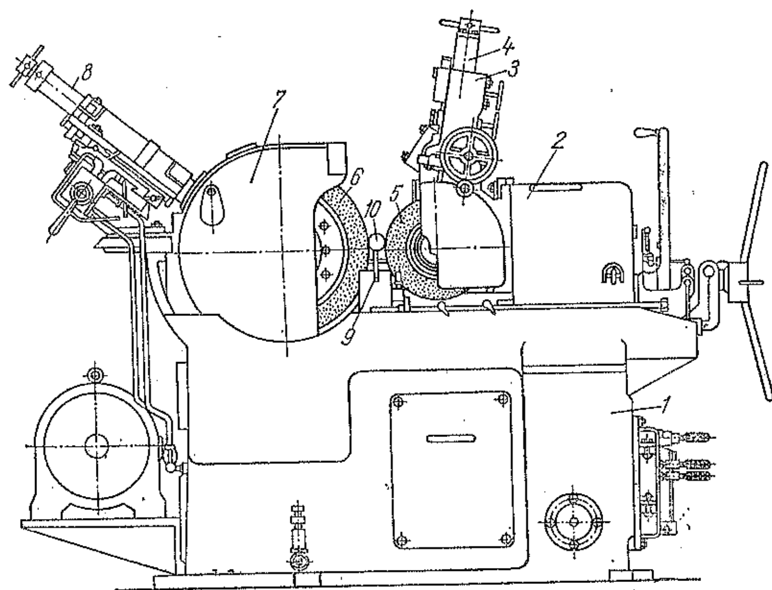


Fig. 7.141. Mașină de rectificat rotund, exterior, fără vîrfuri:

1 — batiu; *2* — suportul discului de avans; *3* — suportul dispozitivului de ascuțit discul de avans; *4* — dispozitivul reglabil de ascuțit discul de avans; *5*—discul de avans; *6*—discul de rectificat; *7* — suportul discului de rectificat; *8* — dispozitivul de ascuțit discul de rectificat; *9*—riglă de reazem a piesei; *10* — piesa care se prelucrează.

— M a ș i n a   d e   r e c t i f i c a t   r o t u n d   i n t e r i o r,   c u   d i s p o z i t i v   d e   p r i n d e r e. La această mașină se pot rectifica suprafețele cilindrice și conice ale alezajelor, precum și suprafețe frontale mici. Piesa fixată în universal se rotește; în același timp se rotește și discul de rectificat; acesta execută de asemenea avansul longitudinal și avansul transversal.

În fig. 7.142 este arătată mașina de rectificat interior R.I. 12, construită în țară, pentru rectificarea interioară și frontală a pieselor rotunde. Retragerea și readucerea pietrei se realizează cu un mecanism cu acționare hidraulică. Mașina este prevăzută cu două broșe cu diametrele de 60 și 80 mm. Dimensiunile maxime de rectificat sînt: diametrul 250 mm și lungimea 225 mm; limitele turațiilor arborelui principal sînt 40—400 rot/min; avansul mesei port-piesă este: 0,3—6 m/min

Uzina mecanică Cugir a construit mașinile de redtificat interior RI 80—65, RI 80—65 A, RI 80—50 și RI 80—35.

Mașinile de rectificat tip RI 80—65 sînt destinate operațiilor de rectificare a alezajelor cilindrice sau conice, precum și a suprafețelor plan-frontale la piese cu configurații diferite. Ciclul de lucru este comandat prin măsurare indirectă după poziția dispozitivului de corectare a pietrei (care măsoară indirect diametrul pe piesă). Acționarea este hidraulică.

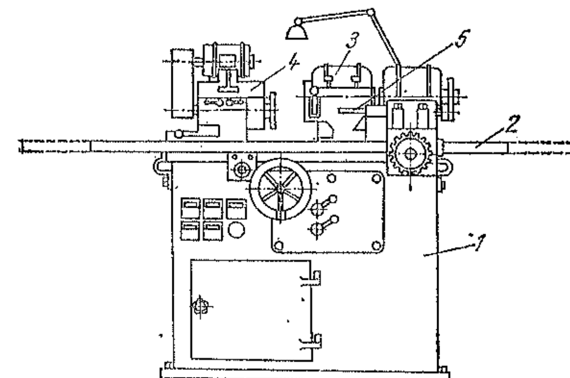


Fig. 7.142. Mașină de rectificat interior:

1 — batiu; *2* — masă portpiesă; *3* — suport pentru discul de rectificat; *4* — păpușă portpiesă; *5* — broșă.

Aceste mașini au două variante:

— RI 80 — 65, cu dispozitiv de corectat diametrul pietrei de interior în timpul lucrului;

— RI 80—65 A, cu același dispozitiv și avînd în plus dispozitiv de corectat frontal piatra.

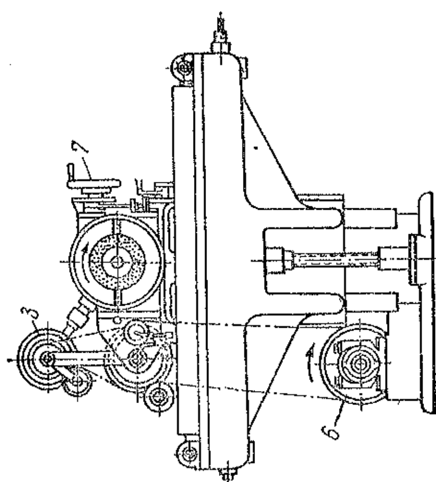
Mașinile de rectificat tip RI 80—50 sînt destinate fabricației în serie mare executînd aceleași operații ca cele din grupa precedentă cu deosebirea că lucrează în ciclu automat, prin măsurări electronice directe cu ajutorul unui palpator cu vîrf de diamant. Mașina este alimentată automat cu piese prin intermediul unui vibrator. Acest tip de mașină este destinat exclusiv rectificării interioare a inelelor de rulmenți cu alezaj cilindric sau conic.

Mașinile de rectificat tip RI 80 — 35 sînt destinate exclusiv fabricației în serie pentru operația de rectificare a fundului interior al alezajelor înfundate. Se folosesc în producția de rulmenți, casete cardanice pentru auto etc.

La aceeași întreprindere se mai execută în prezent mașinile de rectificat interior SM 32—A (pentru alezaje cu diametre de la $Ø_1=10$ mm pînă la $Ø_2 = 100$ mm), SM—ME 63A ($Ø_1 = 10$ mm; $Ø_2 = 100$ mm), SM — MEP 69A ($Ø_1 = 10$ mm; $Φ_2 = 135$ mm), SM — MEPG 71A ($Ø_1 = 15$ mm; $Ø_2 = 135$ mm) și mașina de rectificat interior și frontal RIF 10/100 ($Ø_1 = 10$ mm; $Ø_2 = 100$ mm).

— M a ș i n a   d e   r e c t i f i c a t   r o t u n d   p l a n e t a r ă se folosește la rectificarea a lezajelor mari pentru piese care nu pot fi

antrenate în mişcare de rotaţie. După poziţia arborelui discului de rectificat, aceste maşini pot fi orizontale (fig. 7.143) sau verticale.



Masa portpiesă se poate deplasa în două direcţii perpendiculare una pe cealaltă, iar arborele discului de rectificat execută atît mişcarea de rotaţie în jurul axei sale, cît şi mişcarea planetară. Suportul pietrei abrazive se deplasează pe ghidajele batiului pentru realizarea avansului longitudinal în direcţia axei găurii. Cu ajutorul unei roţi de mînă, sau mecanic, se imprimă pietrei de rectificat avansul transversal după fiecare cursă dublă longitudinală.

3. *Maşina de rectificat rotund universală* este numită astfel deoarece cu ea se pot rectifica suprafeţe cilindrice sau conice (cu conicităţi mici sau mari), exterioare sau interioare, precum şi suprafeţe plane. Pentru rectificarea conică a pieselor lungi, masa portpiesă se poate roti cu un unghi pînă la 10°, pentru conicităţi mari şi pentru rectificarea plană, păpuşa portpiesă se poate roti în plan orizontal cu 360°. Cu ajutorul unui suport special pentru broşa pietrei abrazive, se realizează rectificarea suprafeţelor interioare cilindrice sau conice. Mişcarea principală de rotaţie rapidă a discului de rectificat se obţine de la un motor

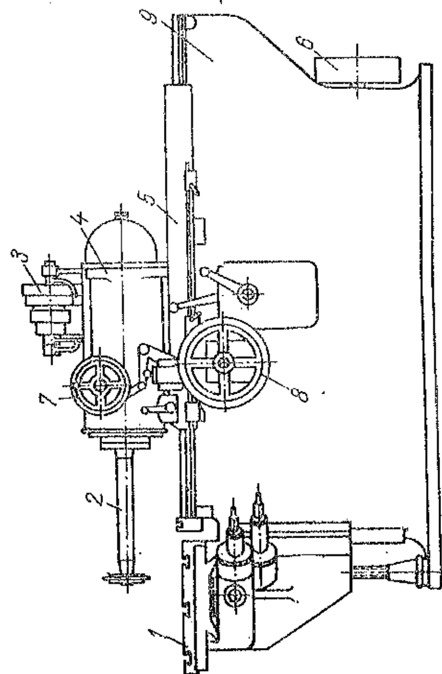


Fig. 7.143. Maşină de rectificat rotund planetară, orizontală :

1 — masa portpiesă ; *2* — axul discului de rectificat *3* — con în trepte pentru vitezele discului de rectificat ; *4* — suportul discului de rectificat ; *5* — sania suportului discului de rectificat ; *6* — roată de antrenare ; *7* — roată de mînă pentru schimbat excentricitatea axului pietrei ; *8* — roată de mînă pentru deplasarea orizontală a saniei *5* ; *9* — batiu.

special ; suportul discului de rectificat execută mişcarea de apropiere şi îndepărtare a discului faţă de piesa care se prelucrează, precum şi avansul radial (de pătrundere). Masa portpiesă execută mişcarea de avans longitudinal, iar printr-un motor separat păpuşa din faţă imprimă piesei o mişcare de rotaţie lentă. În afară de mişcările de rotaţie şi mişcarea de pătrundere a pietrei abrazive, restul mişcărilor se obţin de obicei prin mecanisme cu acţionare hidraulică.

În fig. 7.144 sînt arătate părţile componente ale unei maşini de rectificat rotund, universală.

În ţara noastră se construieşte maşina de rectificat rotund universală RU 200. Diametrul de prelucrare maximă Ø este de 200 mm, iar cursa maximă a mesei este de 650 mm.

La I.M.U.A.B. se fabrică şi maşinile de rectificat rotund universale : RU 100 (Ø = 100 mm), RU 350-1 (Ø = 350 mm) şi RU 350-2 (Ø = 350 mm).

Maşina este destinată lucrărilor de fabricaţie individuală şi de serie şi operaţiilor de sculărie pentru rectificarea suprafeţelor exterioare sau interioare de formă cilindrică, conică sau plan-frontală.

Deplasările mesei şi ale păpuşii portpiatră se realizează hidraulic prin comenzi automate sau individuale.

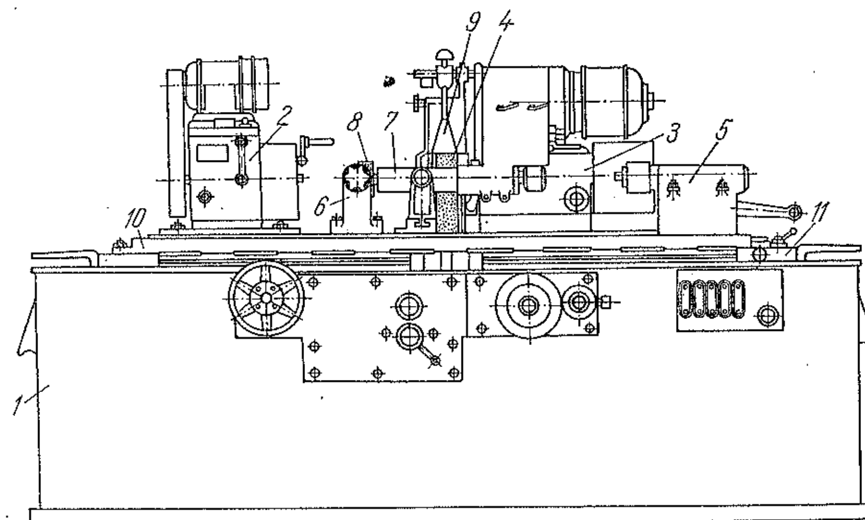


Fig. 7.144. Maşină de rectificat rotund universală :

1 — batiu ; *2* — păpuşă portpiesă ; *3* — suportul discului de rectificat ; *4* — disc abraziv pentru rectificare exterioară ; *5* — păpuşa din spate ; *6* — dispozitiv de sprijinire ; *7* — broşă pentru rectificare interioară ; *8* — piatră abrazivă pentru rectificare interioară ; *9* — dispozitiv de răcire rectificare interioară ; *8* — piatră abrazivă pentru rectificare interioară ; *9* — dispozitiv de răcire cu apă ; *10* — masa superioară ; *11* — masa inferioară.

b. **Maşina de rectificat plan.** După poziţia arborelui sculei abrazive, maşinile de rectificat plan se clasifică în maşini orizontale şi verticale. Ambele tipuri de maşini pot fi cu masă portpiesă dreptunghiulară sau rotundă.

— *Maşina de rectificat plan orizontală, cu masa dreptunghiulară* se foloseşte la rectificarea suprafeţelor plane cu partea periferică a discului abraziv, a cărui axă este orizontală. Masa portpiesă execută manual sau mecanic mişcarea rectilinie alternativă şi avansul transversal, iar suportul piesei — mişcarea verticală şi avansul de pătrundere. Atît mişcarea longitudinală cît şi avansul transversal se obţin de obicei fie manual fie mecanic. Piesele se fixează în mod obişnuit de platouri de fixare magnetice sau electromagnetice.

În ţara noastră se construieşte maşina de rectificat plan RP250 destinată operaţiilor de rectificare plană, de înaltă precizie.

Suprafaţa mesei este de 250 × 710 mm, iar cursa maximă a suportului transversal, de 299 mm.

Comenzile maşinii şi mişcările principale sînt acţionate electrohidraulic. Maşina poate lucra cu comenzi individuale sau în ciclu automat.

— *Maşina de rectificat plan orizontală, cu masă rotundă.* Această maşină are arborele discului orizontal şi masa portpiesă rotundă; acţionarea acestora se face de obicei cu motoare separate. Avansul transversal şi avansul de pătrundere se efectuează de către suportul discului abraziv. Cu această maşină se rectifică, în mod obişnuit, suprafeţele frontale ale pieselor în formă de disc.

— *Maşina de rectificat plan verticală, cu masă dreptunghiulară* (fig. 7.145) are arborele sculei abrazive vertical şi masa portpiesă dreptunghiulară. Prelucrarea pieselor se face prin procedeul rectificării plane frontale, folosindu-se de cele mai deseori capete de rectificat cu segmenţi abrazivi şi uneori discuri abrazive avînd formă de oală. Masa portpisă execută manual sau mecanic mişcarea rectilinie alternativă, iar suportul sculei abrazive execută avansul de pătrundere după fiecare cursă dublă a mesei.

La Întreprinderea Unirea Cluj se fabrică maşina de rectificat plan orizontală RPO 200 cu lăţimea mesei de lucru $l = 200$ mm, RPO 320 cu $l = 320$ mm şi maşina de rectificat plan verticală RPV 320 cu $l = 320$ mm.

La Întreprinderea Mecanică Cugir se fabrică maşina de rectificat plan orizontală RPO 125 cu dimensiunile mesei de lucru de 125 × × 300 mm.

— *Maşina de rectificat plan verticală, cu masă rotundă.* Prelucrarea se face la fel ca la maşina cu masa dreptunghiulară. Masa maşinii este construită uneori sub formă de platou magnetic, asigurînd astfel

prinderea pieselor care se prelucrează. Mişcarea de avans transversal şi avansul de pătrundere se execută de suportul sculei abrazive. Productivitatea acestor maşini este mai mare decît a maşinilor de rectificat plan orizontale, însă calitatea suprafeţelor prelucrate este inferioară.

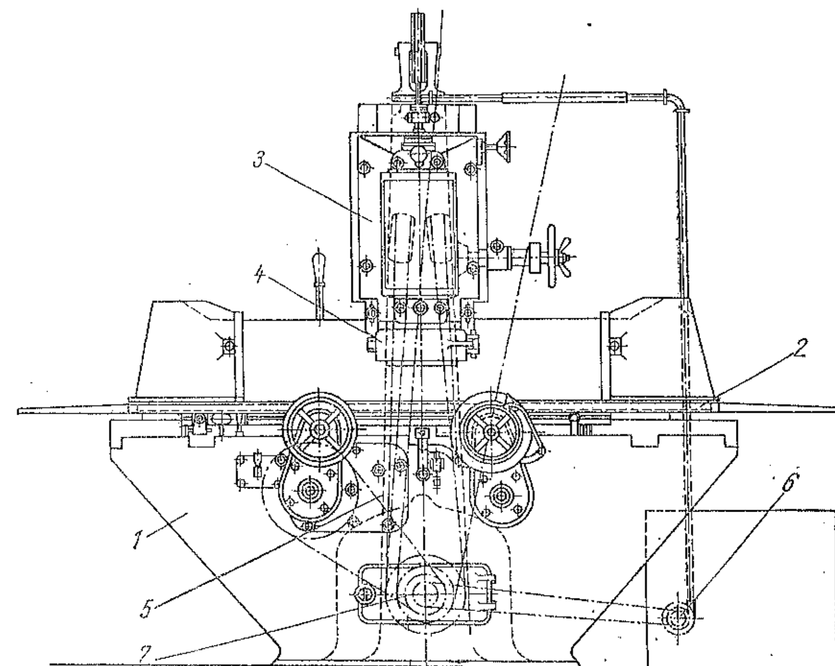


Fig. 7.145. Maşina de rectificat plan, verticală, cu masa dreptunghiulară: 1 — batiu; 2 — masă portpiesă; 3 — suportul uneltei abrazive; 4 — cap de rectificat cu segmenţi abrazivi; 5 — panou de comandă; 6 — pompă de răcire; 7 — motor.

c. **Maşini de rectificat speciale.** Din această grupă fac parte maşinile construite pentru anumite operaţii de rectificare sau care servesc la rectificarea anumitor piese. Pentru exemplificare, se menţionează maşinile de rectificat roţi dinţate, maşinile de rectificat filet, maşinile de rectificat arbori motori sau arbori cu came, maşinile de ascuţit scule.

— *Maşina de rectificat roţi dinţate cilindrice.* După procedeul de rectificare a dinţilor folosit — prin copiere sau rostogolire, — se deosebesc: maşinile de rectificat prin copiere şi maşinile de rectificat prin rostogolire. Principiile de lucru la ambele procedee sînt descrise la subcapitolul „Rectificarea suprafeţelor cu profile speciale".

Mașina de rectificat prin rostogolire se compune din următoarele părți principale (fig. 7.146): un batiu *1*, pe care culisează orizontal un berbec portdisc abraziv *2* și vertical o masă în consolă *3*. Pe masa consolă se deplasează în direcție orizontală masa portpiesă *4* cu un arbore *5*, avînd, la o extremitate roata dințată *6*, iar la cealaltă extremitate un cilindru *7* pentru comanda mișcării de rostogolire; în acest scop acest cilindru este antrenat în mișcare de oscilație cu ajutorul a două benzi de oțel *8*, care au cîte o extremitate fixată pe sania de comandă *9* a acestei mișcări. Pe același arbore este montat la capăt un dispozitiv divizor *10*, pentru rotirea roții după rectificarea fiecărui dinte. Discul abraziv *11* are o turație mare și execută împreună cu berbecul *2* o mișcare rectilinie alternativă, comandă printr-un mecanism cu culisă.

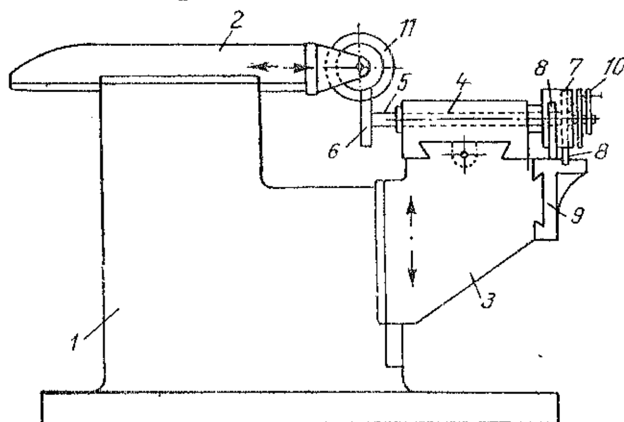


Fig. 7.146.

— *Mașina de rectificat filete.* Mașina de rectificat filete, universală, se folosește la rectificarea filetelor de înaltă precizie, exterioare sau interioare, cilindrice sau conice, cu unul sau mai multe începuturi.

Părțile și accesoriile importante ale acestei mașini sînt: batiul, masa de lucru, compusă din masă inferioară și masa superioară, saniasuport a discului de rectificat, mecanismele mișcărilor de avans, motorul de antrenare al discului de rectificat, păpușile fixă și mobilă, dispozitivul de corectare a filetului, dispozitivul de ascuțit piatra abrazivă etc. Mișcarea de avans longitudinal a piesei este executată de către masa de lucru. Piesa de filetat fixată pe arborele principal între vîrfuri sau în universal, execută mișcare de rotație; de la același arbore principal se transmite în același timp o mișcare de rotație și șurubului conducător care imprimă mesei de lucru mișcarea de avans longitudinal. Reglarea acestor mișcări în acord cu pasul filetului de rectificat se obține cu ajutorul roților de schimb alese în mod corespunzător. Discul abraziv execută mișcarea principală de rotație transmisă de la un motor separat, iar sania portdisc abraziv execută cu discul avansul transversal de așchiere. Pentru corectarea pasului filetului (pînă la ± 0,2%) se folosește un dispozitiv de corectare. Filetele cu pasul pînă la 1,5 mm pot fi executate prin abraziune la aceste mașini de rectificat, fără a mai fi necesară o strunjire prealabilă. Pentru rectificarea filetelor conice, se rotește cu unghiul necesar masa superioară pe care sînt fixate păpușile fixă și mobilă.

— *Mașina de rectificat plan, cu ax orizontal RP 11*, construită în țară, este o mașină de rectificat specială și se folosește la rectificarea suprafețelor plane ale sculelor, calibrelor etc. Mașina (fig. 7.147) este acționată de un singur motor, care antrenează axul pietrei. Deplasările mesei și pietrei de rectificat se execuattă manual; mișcările de avans sînt reglabile. Fixarea pieselor se face pe un platou magnetic.

— *Mașina de rectificat bile de rulmenți* face parte tot din grupa mașinilor de rectificat speciale; în țara noastră se fabrică mașinile de rectificat bile de rulmenți MRB 30A, pentru diametre de la Ø = 3,175... Ø = 25, 4 mm, și MRB 36A, pentru diametre de la Ø = 4,76 ... Ø = 50,8 mm.

d. **Mașini de ascuțit scule.** După felul operațiilor sau al sculelor care pot fi ascuțite, aceste mașini-unelte se clasifică în: mașini de ascuțit simple (de exemplu, polizorul), mașini de ascuțit speciale (de exemplu, mașinile de ascuțit burghie spirale, mașinile de ascuțit filiere, mașinile de ascuțit cuțite, mașinile de ascuțit tarozi etc.) și mașini de ascuțit universale.

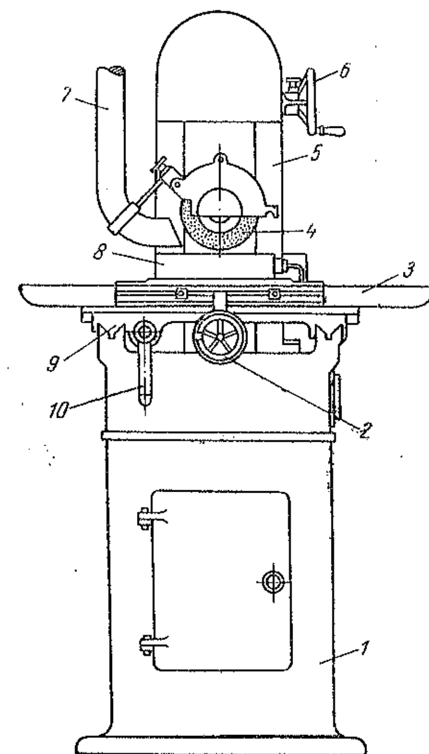


Fig. 7.147. Mașină de rectificat plan:

1 — batiu; *2* — roată de mînă pentru deplasarea longitudinală a mesei; *3* — masă (sania longitudinală) *4* — piatră de rectificat; *5* — ghidaje; *6* — roată de mînă pentru deplasarea verticală a piestrei de rectificat; *7* — tub exhaustor; *8* — platou magnetic; *9* — sanie pentru deplasarea transversală a mesei.

Polizorul face parte din grupa mașinilor de ascuțit simple și se folosește la ascuțirea manuală a anumitor scule, cum sînt: cuțitele de strung, rabotează și mortează, burghiele spirale etc. (fig. 7.148). El se compune dintr-un batiu rigid în care se montează un arbore, la extremitățile căruia se fixează pietrele de polizor. Pe arborele portpiatră se montează fie rotorul motorului de antrenare, fie roțile cu

curea cînd antrenarea polizorului se face de la o transmisie prin curele. Pentru evitarea accidentelor, în cazul spargerii pietrelor acestea sînt acoperite parţial cu apărători metalice. Doi suporţi montaţi în faţa pietrelor de polizor ajută rezemarea sculelor în timpul ascuţirii.

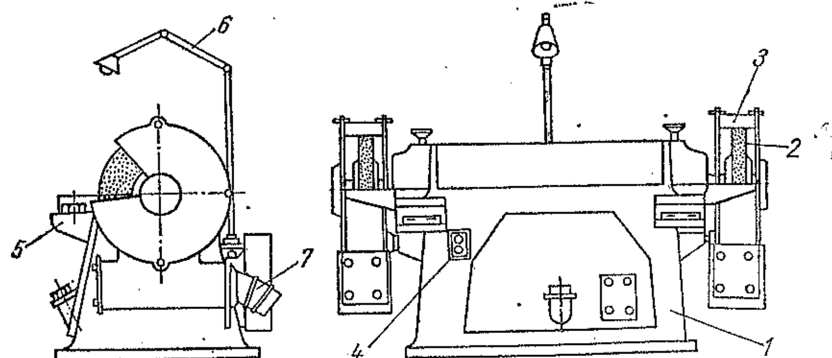


Fig. 7.148. Polizor pentru ascuţit scule :

1—batiu : 2 — piatră de polizor ; 3 — apărătoare; 4 — butoane pentru pornirea şi oprirea motorului; 5 — portreazem pentru scule; 6 — lampă electrică ; 7 — tub exhaustor.

Maşina de ascuţit cuţite este o maşină de ascuţit specială şi se foloseşte la ascuţirea cuţitelor pentru strung, rabotează, şeping şi morteză. Maşina are pietrele abrazive antrenate de motoare separate (fig. 7.149). Una dintre pietrele abrazive serveşte la degroşarea corpului cuţitului, iar a doua piatră pentru ascuţirea plăcuţei de carbură metalică. Masa port-cuţit se poate deplasa şi transversal şi se poate înclina în jurul axei longitudinale. Dintre accesoriile maşinii fac parte : dispozitivele pentru ascuţirea feţelor de degajare şi de aşezare ale cuţitului, dispozitivul pentru rotunjirea vîrfului cuţitului şi dispozitivul pentru îndreptarea pietrelor abrazive.

Maşina universală de ascuţit scule serveşte la ascuţirea diferitelor scule : cuţite, freze, burghie, alezoare etc. şi la rectificări exterioare, interioare şi plane. Ea este prevăzută de obicei cu un cap universal destinat pentru fixarea sculelor care se pot ascuţi sub orice unghi, în plan orizontal sau vertical. Maşina comportă un batiu (fig. 7.150), prevăzut cu două ghidaje transversale, pe care lunecă sania transversală cu ajutorul unor roţi de mînă ; pe sanie este montată masa longitudinală, rezemată pe role ; ea se poate deplasa uşor cu mîna sau cu roţile de mînă ; partea superioară a mesei poate fi înclinată.

În R.S.R. se construiesc următoarele maşini de ascuţit scule : maşina universală de ascuţit scule AS 40 cu dimensiunile mesei de

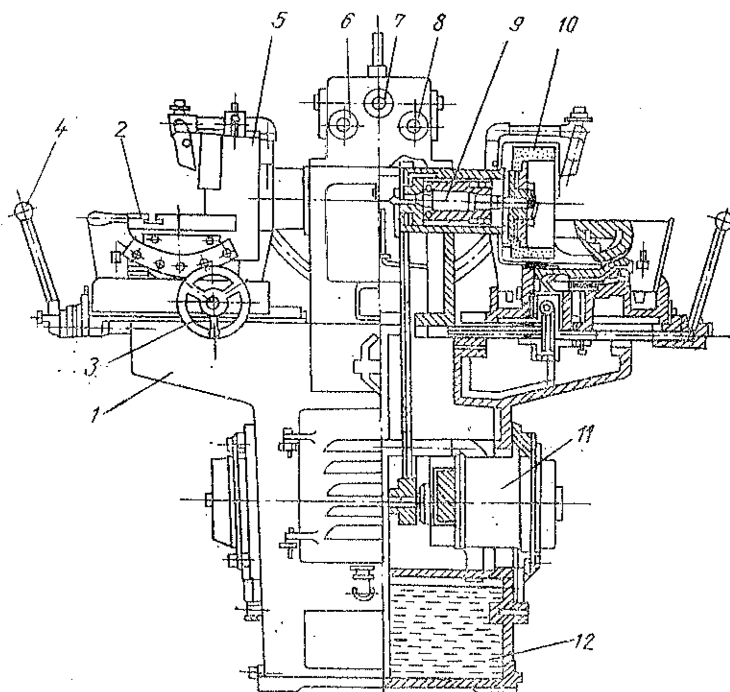


Fig. 7.149. Maşină de ascuţit cuţite :

1 — batiu ; 2 — masă ; 3 — roată de mînă pentru mişcarea de avans ; 4 — manetă pentru mişcarea rectilinie alternativă ; 5 — conductă pentru lichid de răcire : 6, 7 şi 8 — comenzi electrice : 9 — axul pietrei de rectificat : 10 — piatră de rectificat : 11 — motor ; 12 — rezervor pentru lichid de răcire.

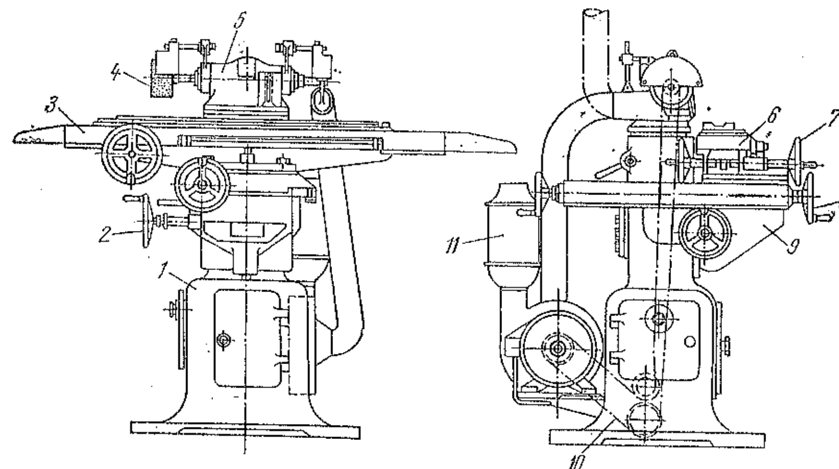


Fig. 7.150. Maşină de ascuţit scule universală :

1 — batiu ; 2 — roată de mînă ; 3 — masă longitudinală ; 4 — piatră de polizor ; 5 — cap de rectificat ; 6 — sanie transversală ; 7 şi 8 — roţi de mînă ; 9 — masă înclinabilă ; 10 — curea de transmisie ; 11 — exhaustor.

lucru : 200 mm × 500 mm ; mașina de ascuțit burghie MAB ; mașina de ascuțit freze și pînze cu plăcuțe din carburi metalice APPD 460 pentru scule cu diametrul exterior maxim de 460 mm.

3.12. BROȘAREA

3.12.1. **Generalități.** Broșarea este operația de prelucrare prin așchiere, de mare serie, efectuată de obicei la mașini de broșat cu ajutorul unor scule cu mai multe muchii așchietoare, numite broșe. În timpul prelucrării, piesa stă, în general, fixă, iar broșa execută mișcarea principală rectilinie; în cazul alezajelor elicoidale, prinderea piesei se face într-un dispozitiv rotativ.

Operația de broșare se poate efectua prin tragere (fig. 7.151, *a*) sau prin presare (fig. 7.151, *b*); în primul caz, broșa este trasă de-a-lungul suprafeței interioare sau exterioare a piesei care se prelucrează, iar în al doilea caz, ea este împinsă cu ajutorul unei mașini de presat cu acționare progresivă (de exemplu, presă hidraulică).

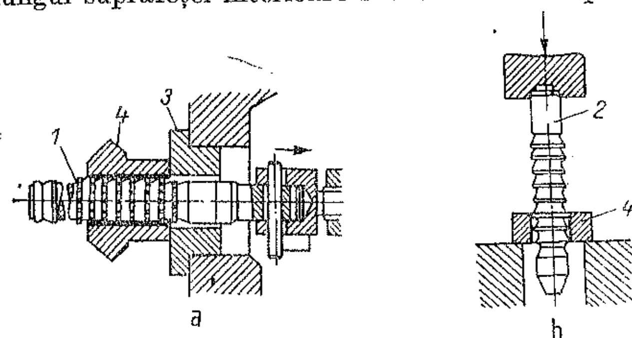


Fig. 7.151. Schema operațiilor de broșare :
a — broșare prin tragere; *b* — broșare prin presare; *1* — broșă; *2* — broșă-poanson; *3* — inel de reazem; *4* — piesă de broșat.

O metodă modernă de broșare este broșarea circulară exterioară (fig. 7.152); la acest procedeu piesa *P* execută o mișcare circulară *II*, în timp ce scula *S* execută micșorarea rectilinie *I*.

Prelucrarea se realizează într-o rotație a piesei.

Prin broșare se poate realiza degroșarea suprafețelor după operații preliminare de așchiere (de exemplu, găurire, rabotare, frezare etc.), deformare plastică (de exemplu, forjare) sau turnare, precum și netezirea sau calibrarea suprafețelor exterioare sau interioare.

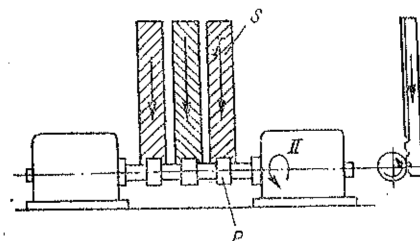


Fig. 7.152. Principiul de lucru la broșarea circulară exterioară :
P — piesă; *S* — sculă; *I* — mișcare rectilinie; *II* — mișcarea circulară.

Prelucrarea prin broșare permite

obținerea unui grad de precizie ridicat (de exemplu 0,012 mm pentru găuri și 0,025 mm pentru contururi exterioare) și a unui înalt grad de netezime a suprafețelor prelucrate.

3.12.2. **Operații de broșare.** După forma suprafețelor care se prelucrează, broșarea poate fi exterioară sau interioară (fig. 7.153).

Broșarea exterioară se folosește la prelucrarea suprafețelor exterioare plane sau profilate ale pieselor. Acest procedeu de prelucrare a suprafețelor plane ale blocurilor de cilindri la motoare este mai productiv (de circa 3—8 ori) decît prelucrarea prin frezare. Tot prin broșare exterioară se pot executa caneluri exterioare de diferite forme, precum și suprafețe curbe.

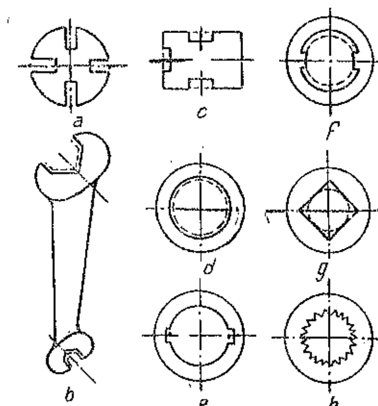


Fig. 7.153. Exemple de prelucrări prin broșare :
a, *b*, *c*, — broșare exterioară ; *d*, *e*, *f*, *g*, *h* — broșare interioară.

Broșarea interioară este utilizată de obicei la prelucrarea de calibrare a găurilor cilindrice, la prelucrarea găurilor cu secțiune poligonală, la prelucrarea găurilor canelate etc. Uneori se folosește și la prelucrarea canelurilor elicoidale cu un unghi al elicei mai mic de 45°. Canelurile cu un unghi ale elicei de peste 10° trebuie broșate cu o rotire condusă a sculei sau a piesei.

După gradul de netezire și precizia dimensiunilor suprafeței prelucrate se deosebesc : broșare de degroșare, broșare de finisare și broșare de calibrare.

Broșare de degroșare se folosește la prelucrări pregătitoare brute ; ea este urmată de obicei de broșarea de finisare.

Broșarea de finisare se execută după broșarea de degroșare și are ca scop să îndepărteze urmele lăsate de scule în prelucrările de așchiere preliminare. Pentru broșarea de finisare se lasă un adaos de prelucrare pînă la 0,1 mm.

Broșarea de calibrare se aplică de obicei la rectificarea profilului diferitelor găuri deformate în timpul tratamentului termic sau la suprafinisare și durificare a suprafeței găurilor care au fost supuse în prealabil unor operații de finisare. Valoarea adaosului lăsat pentru calibre se alege în funcție de materialul piesei și de netezimea prelucrării preliminare și oscilează între 0,005 și 0,1 mm.

3.12.3. **Adaosuri de prelucrare pentru broșare. Găuri rotunde.** Pentru broșarea găurilor existente, adaosul de prelucrare se determină cu ajutorul formulei $A_1 = 0{,}005D + (0{,}1 \ldots 0{,}2)\,L$,

în care: A_1 este adaosul nominal pentru diametrul găurii, în mm;
D — diametrul nominal al găurii, în mm;
L — lungimea găurii de broșat, în mm.

Diametrul D_1 al găurii, înainte de broșare, este $D_1 = D - A_1$.

Pentru o gaură executată cu burghiul, valoarea lui D_1 se rotunjește pînă la cea mai apropiată cotă a unui burghiu standardizat, cu diametrul D_c. În acest caz, adaosul real este $A = D - D_c$.

Găuri poligonale. Adaosul de prelucrat pentru broșarea de degroșare se determină cu ajutorul formulei $A = D - D_c$, în care D este dimensiunea diagonalei găurii, iar D — diametrul burghiului, respectiv diametrul cercului înscris.

Pentru broșarea de finisare, adaosul de prelucrare este dat de relația $A_2 = D - D_s + A_1$, în care A_1 se obține cu ajutorul formulelor stabilite pentru broșele rotunde.

Găuri pătrate. Broșarea se execută cu broșe combinate, care au la început dinți cu profil cilindric care calibrează gaura și apoi dinți care broșează pătratul găurii.

În acest caz, se ia același adaos de prelucrare A_1 ca la broșarea găurilor rotunde (fig. 7.154). La broșarea găurilor pătrate, se admite racordarea vîrfului unghiului drept format de două laturi ale pătratului astfel ca diferența $D' - D$, notată convențional cu j, să fie egală cu $\psi D'$, în care D' este diametrul cercului circumscris pătratului, D este diametrul peste colțurile racordate, iar ψ un coeficient egal cu 0,03 ... 0,05.

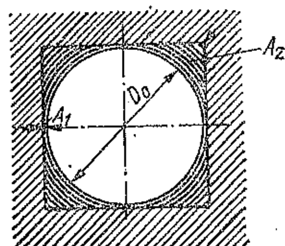


Fig.7.154.

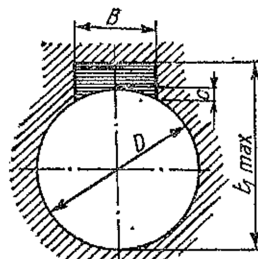


Fig. 7.155.

Adaosul de prelucrare pe ambele părți, la broșarea pătratului, va fi $A_2 = D - D_0 = D' - j - D_0$, în care D_0 este diametrul cercului înscris în pătrat.

Canale de pană. Pentru broșarea canalelor de pană (fig. 7.155), adaosul de prelucrare va fi $A = t_{1max} - D_{min} + c$, în care D_{min} este diametrul minim al găurii, t_{1max} — înălțimea maximă a canalului de pană față de baza găurii, iar c — săgeata canalului de pană, dată de formula $c = 0,5\ (D - D^2 - B^2)$, în care B este lățimea canalului de pană.

3.12.4. **Regim de lucru.** Vitezele de așchiere pentru operațiile de broșare a pieselor din fontă și oțel sînt indicate în tabela 7.59. Vitezele mici se iau pentru prelucrări de precizie și pentru suprafețele de calitate, precum și la broșarea profilelor cu perimetru mare de așchiere.

3.12.5. **Mașini de broșat.** Mașinile obișnuite de broșat pot fi orizontale și verticale.

Mașina de broșat orizontală se folosește de obicei pentru lucrări de broșare interioară. Ea se compune, în general, dintr-un batiu, o sanie port-unealtă, un dispozitiv de antrenare și un dispozitiv de fixare a piesei. În mod obișnuit, antrenarea este hidraulică și uneori mecanică (prin tijă filetată și piuliță, sau prin cremalieră și roată dințată).

Fig. 7.156 reprezintă o mașină de broșat orizontală acționată hidraulic. Partea superioară a batiului are ghidaje plane, pe care se

Tabela 7.59. **Viteze de așchiere pentru broșare, m/min**

Felul broșei	Oțel cu σ_r, kgf/mm²			Fontă, *HB*	
	35–50	50–65	65–80	160–180	190–215
Rotundă	3,0– 9,0	2,5– 7,0	1,5–5,0	3,0– 8,0	2,5– 8,0
Pentru canal de pană	2,0– 7,0	1,5– 6,0	1,0–4,0	2,0– 5,0	1,5– 4,0
Pentru caneluri	5,0–12,0	3,0– 8,0	2,0–5,0	5,0–12,0	4,0–10,0
Pentru exterior	5,0–15,0	3,0–10,0	2,0–8,0	10,0–15,0	3,0– 8,0

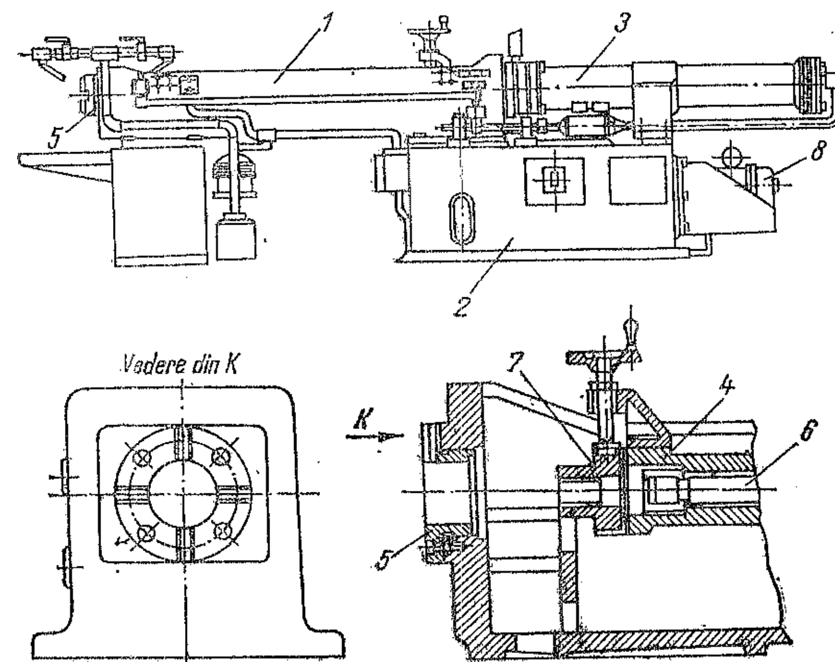


Fig. 7.156. Mașină de broșat orizontală:
1 — batiu superior; *2* — batiu inferior; *3* — cilindru; *4* — sanie; *5* — inel de reazem; *6* — tijă; *7* — glisor; *8* — motor.

deplasează sania. Dispozitivele de fixare a piesei și de ghidare a broșei se reazemă de partea anterioară a batiului superior. Sania este cuplată pe o parte cu tija cilindrului hidraulic iar pe cealaltă parte are ghidaje verticale, pe care se deplasează sania în care se prinde capul de fixare al broșei. Prin deplasarea saniei, axa broșei se deplasează în sus sau în jos față de axa mașinii. Broșele se prind în capetele de fixare, de obicei cu ajutorul unor pene.

La „Uzina mecanică Plopeni" se fabrică în prezent mașina de broșat orizontală MB 15, universală, semiautomată destinată lucrărilor de broșare interioară, în plan orizontal. Mașina este acționată hidraulic și este prevăzută cu un tensiometru gradat cu ajutorul căruia se citește forța de tracțiune în timpul broșării, evitîndu-se astfel posibilitatea de distrugere a sculelor.

Caracteristicile tehnice principale ale mașinii sînt:

— cursa maximă a pistonului	1 500 mm;
— forța de tracțiune (reglabilă)	15 000 kgf;
— viteza de deplasare a broșei (în trepte)	6 m/min;
— puterea electrică instalată	13,5 kW

Mașina de broșat verticală este destinată în special lucrărilor de broșare exterioară. Mașina de broșat cu acțiune hidraulică are un batiu vertical prevăzut cu ghidaje, pe fața anterioară pentru culisarea saniei, de care se prinde capul de fixare al broșei. Sania este antrenată vertical de tija cilindrului hidraulic. În partea superioară a mesei mașinii există o gaură pentru fixarea manșoanelor de schimb folosite ca sprijin în timpul broșării pieselor. Pentru broșarea exterioară se așază o masă suplimentară cu un dispozitiv de fixare a piesei de prelucrat, iar pe sanie se fixează placa cu garnitura de scule pentru broșarea exterioară.

3.13. LEPUIREA

3.13.1. **Generalități.** *Lepuirea* este operația de supranetezire prin abraziune a suprafețelor cu ajutorul pulberilor abrazive aplicate între piesele metalice care urmează să se etanșeze reciproc (de exemplu, cepul de robinet în corpul său) sau pe unealta de lepuit (de exemplu, o placă, un dorn sau un inel de metal). În primul caz, lepuirea reciprocă sau mutuală a două piese se mai numește și *rodare*.

Lepuirea este, în mod obișnuit, precedată de operații de finisare (de exemplu, strunjire sau frezare de finisare, alezare, rectificare) și se efectuează manual, mecanic sau semimecanic la piese cu suprafețe plane, de revoluție sau cu forme speciale.

Prin lepuire se obține o precizie foarte mare în ce privește macrogeometria suprafeței prelucrate (adică forma geometrică și dimensiunile ei) sau microgeometria acesteia (calitatea suprafeței); de asemenea se obține o foarte bună etanșare între două piese care alunecă una pe alta.

Prelucrarea se face prin deplasarea relativă între piesa care se lepuiește și scula de lepuit, datorită căreia are loc o acțiune mecanică de îndepărtare a particulelor de metal de către pulberile abrazive.

Uneltele de lepuit pentru lepuirea manuală sînt executate din materiale mai moi decît piesa care se lepuiește și anume din fontă moale, cupru, alamă, antimoniu etc. Pentru lepuirea mecanică sau semimecanică, sculele de lepuit (discuri sau manșoane) sînt confecționate de obicei din fontă cenușie moale.

Ca material abraziv se folosește, în general, pulberea de corund cu granulație fină (80—120 pentru lepuirea de degroșare și 150—240 pentru lepuirea de finisare), oxid de crom, miniu de fier, var de Viena și rareori pulbere de diamant. Se mai folosesc uneori și paste, în compoziția cărora intră oxid de crom (abraziv), acid stearic și oleic (liant); acestea se aplică în strat subțire pe suprafața sculei de lepuit, care se umezește în prealabil cu petrol lampant.

Pentru subțierea pastelor abrazive, se folosește de obicei petrolul (pentru sculele de lepuit din fontă), terebentina sau acidul oleic tehnic (pentru sculele de lepuit din cupru sau alamă) și uleiul de mașini (pentru sculele de lepuit din oțel).

3.13.2. **Operații de lepuire la mașini-unelte.** Operațiile de lepuire executate la mașini-unelte pot fi mecanizate sau semimecanizate.

Lepuirea mecanică se folosește în special pentru suprafețele plane sau rotunde ale pieselor mici (de exemplu, segmenți de piston, cale plan-paralele, tije de supape etc.). Prelucrarea se execută la mașini de lepuit cu unelte de lepuit care execută de obicei fie o mișcare de rotație (de exemplu, discurile de lepuit la mașinile de lepuit plan), fie o mișcare de rotație combinată cu o mișcare rectilinie alternativă (de exemplu, dornurile de lepuit la mașinile de lepuit rotund interior, verticale). Piesele care se lepuiesc execută în timpul prelucrării fie o mișcare complexă (de exemplu, mișcarea rolelor ce se lepuiesc la mașinile de lepuit verticale, cu două discuri de lepuit), fie sînt fixate pe masa imobilă a unei mașini de lepuit (de exemplu, la lepuirea alezajului unui cilindru la mașina de lepuit interior, verticală).

Lepuirea mecanică se realizează, în mod normal, în două faze: lepuirea de degroșare, prin care se scoate adaosul de prelucrare și se corectează macrogeometria suprafeței și lepuirea de finisare, prin care se îmbunătățește microgeometria suprafeței (calitatea suprafeței). După lepuirea de finisare, înălțimea asperităților suprafeței poate fi redusă pînă la 0,25 μm.

Adaosurile de prelucrare pentru piesele rotunde sînt 0,005—0,012 mm pentru lepuirea de degroșare și pînă la 0,005 mm pentru

lepuirea de finisare; pentru suprafeţele plane, adaosul este de 0,004—0,008 mm.

În timp ce la lepuirea manuală viteza de aşchiere este de 10—30 min/m, la lepuirea mecanică viteza de aşchiere poate creşte pînă la 100 m/min.

Lepuirea semimecanică este caracterizată, în general, prin fixarea sculei de lepuit în dispozitivul de prindere al unei maţini-unelte obişnuite (de exemplu, maşină de găurit, strung) sau speciale (de exemplu, maşină de lepuit) şi deplasarea manuală a piesei pe suprafaţa activă a sculei de lepuit; uneori piesa este aceea care se fixează în dispozitivul de prindere şi scula de lepuit este antrenată manual pe suprafaţa de prelucrat a piesei. De obicei, sculele de lepuit (de exemplu, dornurile de lepuit) execută o mişcare de rotaţie într-un singur sens sau o mişcare de rotaţie oscilatorie, piesa fiind deplasată manual, alternativ în ambele sensuri, pe suprafeţele de lucru ale sculei de lepuit.

3.13.3. **Maşini de lepuit.** După forma suprafeţelor care se lepuiesc, maşinile de lepuit se clasifică în maşini de lepuit plan, maşini de lepuit rotund, maşini de lepuit universale şi maşini de lepuit speciale.

Maşina de lepuit plan se utilizează la lepuirea plană, lepuirea plan-paralelă şi lepuirea rotundă exterioară a diferitelor piese metalice. Ea este prevăzută cu unul sau cu două discuri plane de lepuit. După cum discul sau discurile de lepuit sînt montate pe arbori orizontali sau verticali, aceste maşini se numesc maşini de lepuit plan-orizontale sau maşini de lepuit plan-verticale.

Maşina de lepuit plan-orizontală se construieşte de obicei pentru un singur disc de lepuit. Maşina de lepuit plan-verticală, cu două discuri, se utilizează, în general, pentru lepuirea simultană a mai multor piese cu suprafeţe plane sau rotunde. Pe maşinile cu un singur disc, mişcarea de rotaţie este efectuată de disc, pe care se aşază substanţa abrazivă, iar piesa deplasată direct cu mîna pe suprafaţa acestuia sau indirect, prin intermediul unei pîrghii (fig. 7.157).

La maşina de lepuit plan-verticală, cu două discuri (fig. 7.158), discul montat pe batiu se roteşte în sens invers faţă de discul montat pe un suport fixat de coloana verticală; uneori, discul superior are numai o mişcare pendulară independentă pentru a urmări exact suprafeţele piesei de prelucrat. Piesele se aşază pe un platou suport cu fante a cărui mişcare, comandată de un excentric, obligă piesele să atingă pe traectorii diferite întreaga suprafaţă a discurilor de fontă moale.

Maşina de lepuit rotund se foloseşte la rodarea suprafeţelor exterioare sau interioare rotunde, cilindrice sau conice. După poziţia arborelui principal, maşinile de lepuit rotund sînt verticale sau orizontale. La maşinile de lepuit verticale, arborele principal, pe care se fixează scula cu suprafaţă activă la interior sau exterior, execută pe lîngă mişcarea de rotaţie şi o mişcae rectilinie alternativă în direcţie verticală. Piesa de lepuit este fixată pe masa maşinii. La maşina de lepuit rotund orizontală, arborele principal, în poziţie orizontală, execută cu scula de lepuit o mişcare de rotaţie şi concomitent o mişcare rectilinie alternativă; piesa care se prelucrează stă fixată pe maşa maşinii-unelte.

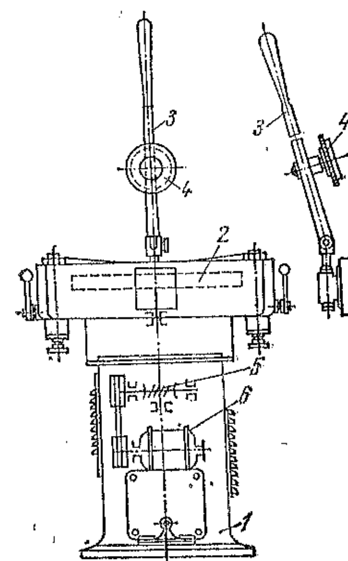


Fig. 7.157. Maşină de lepuit verticală, cu un disc — schema cinematică:
1 — batiu; *2* — disc de lepuit: *3* — pîrghie-suportp entru piesa de lepuit: *4* — piesa de lepuit: *5* — angrenaje reducătoare: *6* — motor.

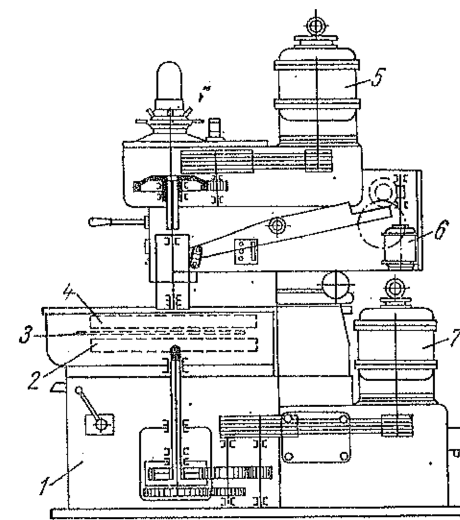


Fig. 7.158. Maşină de lepuit plan-verticală cu două discuri — schema cinematică:
1 — batiu; *2* — disc inferior; *3* — platou-suport pentru piesele de lepuit; *4* — disc superior; *5* — motor pentru antrenarea discului de leuitup superior; *6* — motor pentru acţionarea mecanismului de ridicare a discului de lepuit superior; *7* — motor pentru antrenarea discului de lepuit inferior.

Maşina de lepuit universală (fig. 7.159) are două discuri de fontă pentru lepuirea plană, plan-paralelă, rotundă exterioară şi interioară, precum şi un arbore principal orizontal cu dispozitiv de ghidare a dornului de lepuit, pentru lepuirea cilindrică interioară şi exterioară. Arborele principal orizontal, pe lîngă mişcarea de rotaţie, mai execută şi o mişcare rectilinie alternativă.

Maşinile de lepuit speciale diferă constructiv după felul piesei care se lepuieşte. Dintre maşinile de lepuit speciale fac parte: maşina de lepuit bile de rulmenţi, maşina de lepuit caneluri, maşina de lepuit cuţite de strung, maşina de lepuit roţi dinţate cilindrice etc.

În ţara noastră se fabrică maşini de lepuit cu arbore vertical, tip MA 10-D, destinate lepuirii bilelor de rulmenţi. La aceste maşini lepui-

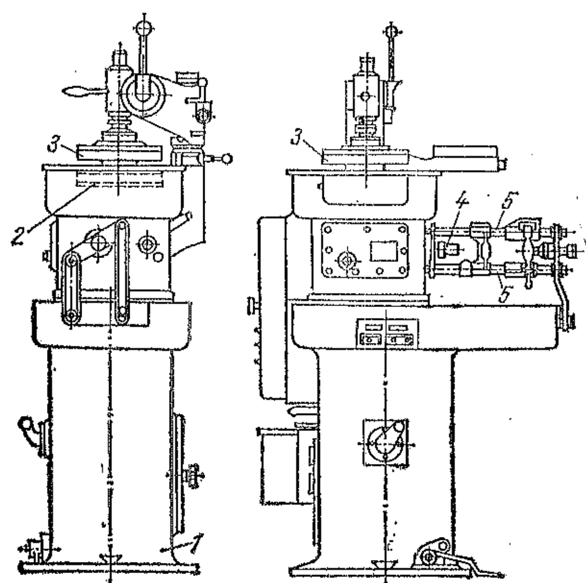


Fig. 7.159. Maşină de lepuit universală :
1 — batiu; 2 — disc de lepuit inferior; 3—disc de lepuit superior; 4—arbore principal orizontal; 5—bare de ghidare pentru lepuirea rotundă interioară şi exterioară.

rea se execută cu două discuri de fontă din care unul este fix, iar celălalt rotitor.

3.14. HONUIREA (Honing)

3.14.1. Generalităţi.

Honuirea numită şi honing este o operaţie de supranetezire, în general, a alezajelor cilindrice, cu ajutorul unor prisme abrazive cu granulaţie fină, fixate pe un cap special extensibil (hon), căruia i se imprimă prin arborele principal al maşinii honing o mişcare de rotaţie, concomitent cu o mişcare rectilinie alternativă.

Drumul parcurs de granulele abrazive formează o reţea caracteristică acestui procedeu (fig. 7.160). Pentru obţinerea unei prelucrări uniforme a întregii suprafeţe, prismele abrazive trebuie să iasă din alezaje depăşind cu aproximativ 25 mm capătul

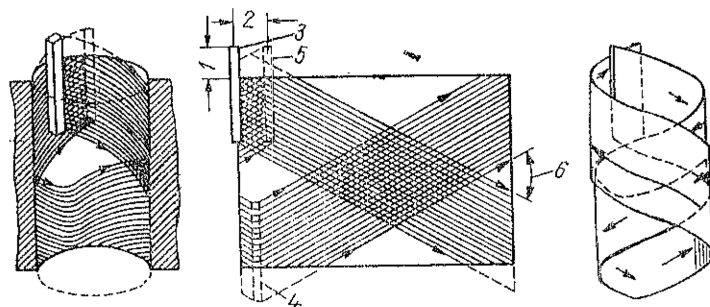


Fig. 7.160. Schema mişcărilor honului şi reţeaua traiectoriilor granulelor abrazive dintr-o prismă abrazivă :
1 — lungimea cu care prisma abrazivă depăşeşte capătul cursei; 2 — suprapunerea; 3 — poziţia barei abrazive la începutul primei curse de translaţie; 4 — idem, la sfîrşitul acestei curse; 5 — idem, la sfîrşitul cursei de întoarcere; 6 — unghiul interior de intersecţie a traiectoriilor.

alezajului de ambele părţi. De asemenea, numărul curselor alternative ale honului trebuie să fie diferit de numărul de rotaţii în unitatea de timp ale acestuia, pentru a se evita că granulele abrazive să parcurgă aceleaşi traiectorii.

Operaţia de honuire este precedată de obicei de prelucrări de aşchiere prin strunjire fină, alezare, broşare sau rectificare.

În funcţie de caracterul prelucrării anterioare, de precizia şi calitatea suprafeţei, honuirea se face dintr-o singură operaţie sau din două operaţii: o honuire de degroşare şi o honuire de finisare, care diferă prin granulaţia prismelor abrazive şi mărimea adaosului de prelucrare.

Adaosul de prelucrare se ia în funcţie de materialul piesei, de diametrul acesteia şi de caracterul prelucrării anterioare.

Tabela 7.60. **Adaosuri de prelucrare pentru honuire**

Diametrul alezajului, mm	Adaosul de prelucrare, mm	
	Oţel	Fontă
25—125	0,01—0,04	0,02—0,10
150—175	0,02—0,05	0,08—0,16
300—600	0,04—0,06	0,12—0,20

După strunjirea fină, broşare sau alezare, se lasă un adaos de prelucrare de 0,02 pînă la 0,1 mm pe diametru, iar după rectificare un adaos de 0,01 pînă la 0,03 mm.

Valorile adaosului de prelucrare, în funcţie de materialul piesei şi dimensiunile alezajului, sînt indicate în tabela 7.60.

Prin honuire se poate obţine nu numai o îmbunătăţire a calităţii suprafeţei, ci, într-o oarecare măsură, şi eliminarea conicităţii sau ovalităţii alezajului. Precizia de prelucrare a alezajelor poatea junge pînă la valori între 0,05—0,02 mm, deci cu toleranţe corespunzătoare claselor 1—2 de precizie după STAS. Se pot obţine astfel alezaje de formă geometrică foarte corectă, conicitatea menţinîndu-se în limita a 3—5 μ. Calitatea suprafeţei prelucrate poate fi realizată cu toleranţe corespunzătoare claselor de calitate 9—13, cînd se lucrează cu honuiri de degroşare şi de finisare şi claselor 9—11 (după GOST 2789-51) cînd se lucrează dintr-o singură operaţie.

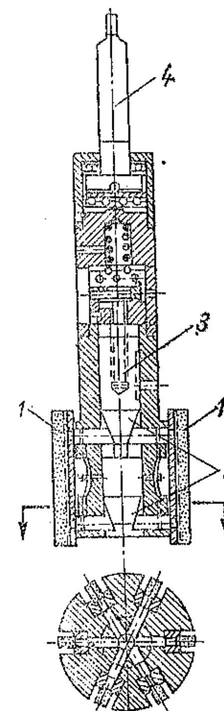


Fig. 7.161 Cap de rodat.
1—prisme abrazive; 2—conuri; 3 — şurub; 4 — con Morse.

În fig. 7.161 este reprezentată construcţia unui hon (cap de rodat) cu 6 prisme abrazive dreptunghiulare, a căror deplasare radială se face prin intermediul a două conuri, deplasabile axial cu ajutorul unui şurub.

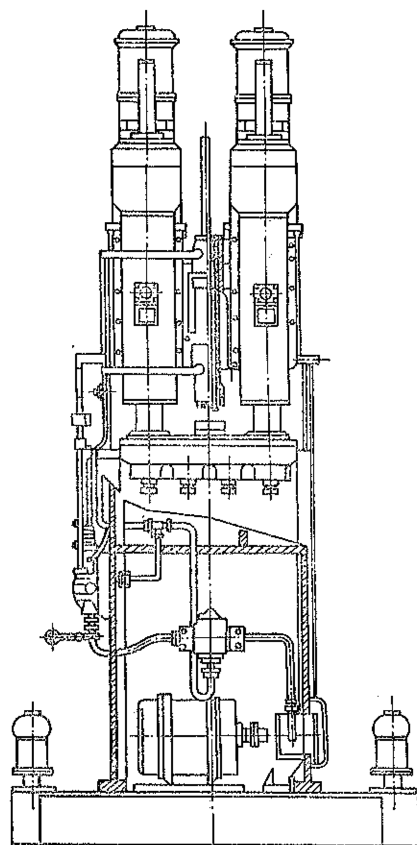


Fig. 7.162. Maşină honing verticală cu patru arbori principali. :

Barele abrazive pentru prelucrarea oţelului se aleg din electrocorund, iar pentru piesele de fontă şi materiale neferoase în carborund (carbură de siliciu) cu liant ceramic. În tabela 7.61 sînt indicate granulaţia şi duritatea prismelor abrazive pentru operaţiile de honuire.

Ca lichid de răcire pentru prelucrarea oţelului, se recomandă un amestec de 90% petrol lampant şi 10% ulei de maşini, iar pentru fontă petrol curat.

3.14.2. Regim de lucru. În general, regimul de lucru la honuire se alege astfel ca raportul dintre viteza liniară şi viteza de rotaţie a honului să fie cuprinsă între 1,3 şi 1,5 . Cu cît valoarea acestui raport este mai mare' cu atît se obţine o calitate mai bună a suprafeţei prelucrate.

Vitezele de rotaţie şi de translaţie ale honului, pentru diferite materiale, sînt indicate în tabela 7.62.

3.14.3. Maşini de honuit. Aceste maşini se construiesc, în general, cu arborele principal în poziţie verticală (fig. 7.162) şi cu posibilitatea de a efectua atît mişcarea de rotaţie, cît şi mişcarea rectilinie alternativă cu vitezele necesare. La majoritatea maşinilor de honuit (maşini honing)

Tabela 7.61 **Caracteristicile prismelor abrazive pentru honuri**

Caracterul prelucrării	Granulaţia prismelor abrazive	Duritatea
Honuire dintr-o singură operaţie	230—270	S_1
	325—400	S_4
Honuire de degroşare	100—270	S_1
Honuire de finisare	325—400	SM_2
	500—600	SM_2

Tabela 7.62. **Regim de lucru pentru honuire**

Materialul piesei	Viteza, m/min	
	de rotaţie	de translaţie
Fontă	60—75	15—20
Bronz	60—75	15—20
Oţel moale	45—65	10—15
Oţel călit	20—35	5—10

rotirea arborelui principal se face de un motor, iar mişcarea rectilinie alternativă prin acţionare hidraulică. În timpul prelucrării, piesele de prelucrat se fixează pe masa maşinii-unelte. Maşinile de honuit se construiesc pentru diferite trepte de diametre ale alezajelor. Ele se folosesc în special la prelucrarea de supernetezire a cilindrilor pentru blocurile motoarelor cu ardere internă.

3.15. SUPRAFINISAREA

3.15.1. Generalităţi. Suprafinisarea (superfinish) numită şi vibronetezire este o operaţie de micronetezire a anumitor piese pentru obţinerea suprafeţelor-oglindă de formă cilindrică, plană sau profilată. Prelucrarea se realizează mecanic, cu ajutorul unor prisme abrazive care apasă elastic pe suprafaţa de prelucrat a piesei. Sculele (prismele abrazive) execută mişcări rectilinii, oscilatorii, rapide, cu amplitudini mici (3—6 mm), concomitent cu mişcări de avans. Piesele cu suprafeţe plane execută o mişcare lentă transversală la mişcarea pietrelor abrazive, iar piesele cu suprafeţe cilindrice execută o mişcare de rotaţie (fig. 7.163 şi fig. 7.164). În timpul prelucrării, prismele abrazive sînt

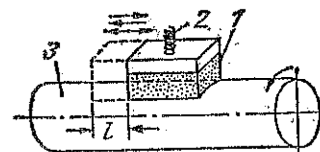


Fig. 7.163. Schema suprafinisării cu o prismă abrazivă :

1 — prismă abrazivă ; *2* — arc; *3* — piesă de prelucrat ; *l* — amplitudinea oscilaţiei.

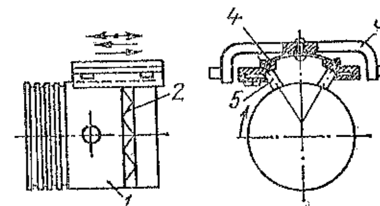


Fig. 7.164. Schema suprafinisări cu două prisme abrazive :

1 — piston ; *2* — traiectoria unei granule abrazive în timpul prelucrării ; *3* — portunealtă abrazivă ; *4* — arc ; *5* — bară abrazivă.

apăsate pe suprafaţa de prelucrat cu o presiune de 0,5—3 kgf/cm^2, mai mare la materiale dure şi mai mică la cele moi şi sînt umezite cu lubrifiant sau apă pentru îndepărtarea aşchiilor metalice şi a granulelor abrazive desprinse.

După eliminarea tuturor asperităţilor de pe suprafaţa piesei, lichidul formează o peliculă care separă suprafaţa piesei de suprafaţa activă a prismelor abrazive şi aşchierea încetează automat, deşi mişcările sculei şi ale piesei continuă. Dacă pe suprafaţa pieselor mai rămîn unele urme de la operaţiile de aşchiere anterioare (rectificare, strunjire fină etc.), se măreşte presiunea de apăsare a prismelor abrazive pe suprafaţa care se prelucrează şi se continuă operaţia de suprafinisare.

Prin suprafinisare se îmbunătăţeşte la maximum microgeometria suprafeţei pieselor metalice, obţinîndu-se suprafeţe-oglindă cu o înăl-

ţime a asperităţilor de 0,02—0,25 μ; macrogeometria suprafeţei rămîne însă nemodificată şi deci cu aceleaşi erori de formă (ovalitate, conicitate etc.) de la operaţiile anterioare.

Sculele abrazive pentru suprafinisarea se execută în general fie sub formă de prisme cu secţiune pătrată (de exemplu, 10 × 10, 18×18 sau 25×25 mm şi lungimi de 50, 80, sau 100 mm), fie în formă de disc sau de oală conică. Lăţimea totală a prismelor trebuie să fie de 30—60% din diametrul piesei, iar lungimea cu puţin mai mică decît lungimea suprafeţei de prelucrat. Prismele abrazive se confecţionează din corindon şi carbură de siliciu, cu un liant ceramic vitrificat sau din răşini sintetice (de exemplu, bachelită). Pentru suprafinisarea pieselor de fontă, aluminiu, bronz sau alamă, se recomandă prisme abrazive din carbură de siliciu, iar pentru piesele de fontă maleabilă, bronz dur sau oţel aliat se recomandă oxidul de aluminiu. La piesele de oţel şi fontă sînt folosiţi de obicei lianţi ceramici, iar la piesele de bronz, aluminiu şi oţel moale, lianţi de răşină sintetică (bachelită). Granulaţia abrazivului se alege de 180—320 μ pentru suprafinisarea preliminară şi de 320—600 μ pentru suprafinisarea finală.

Mărimea adaosului de prelucrare nu depăşeşte de obicei 5—7μ pe diametru pentru piesele de oţel rectificate în prealabil şi 20—40 μ pentru piesele de aluminiu după strunjirea fină. Cînd adaosul de prelucrare depăşeşte 10 μ pe diametru, se impune ca prelucrarea să se facă din două operaţii: preliminară şi finală. Dacă nu sînt lăsate adaosuri de prelucrare, suprafinisarea pieselor se execută în limitele toleranţei dimensiunii prescrise.

Ca lichide de răcire se folosesc: apa, amestecul de 10 părţi petrol lampant cu o parte ulei de maşini cu vîscozitate 2,6—3,3°E la 50°C, petrol lampant (pentru oţeluri foarte dure) sau amestecul de apă cu săpun (pentru oţeluri foarte tenace).

3.15.2. **Operaţii de suprafinisare.** După forma suprafeţelor care se prelucrează, operaţiile de suprafinisare se clasifică în suprafinisare rotundă, suprafinisare plană şi suprafinisare de profiluri.

Suprafinisarea rotundă se aplică la suprafeţele cilindrice sau conice, de obicei exterioare (de exemplu, pistoanele motoarelor cu ardere internă, calibrele tampon conice etc.) şi uneori interioare (de exemplu, alezajele blocurilor de cilindri la motoarele cu ardere internă). Suprafinisarea rotundă se execută în mod obişnuit la maşini de rectificat rotund exterior, cu ajutorul unui cap de suprafinisare.

Suprafinisarea plană se aplică la suprafeţele plane exterioare (de exemplu, suprafeţele calelor plan-paralele) sau interioare (de exemplu suprafeţele locaşului de sertar la tripla valvă) ale pieselor, cu ajutorul maşinilor de suprafinisat de construcţie adecvată şi uneori la maşini de construcţie simplă, cu ajutorul unui cap de suprafinisat.

Suprafinisarea de profiluri este prelucrarea la care se supun suprafeţele metalice cu anumite profiluri (de exemplu, suprafeţele active ale camelor) la maşini de suprafinisat cu construcţie specială).

3.15.3. **Regim de lucru.** Presiunea exercitată de pietrele abrazive pe suprafaţa care se prelucrează variază între 0,5 şi 3 kgf/cm². Forţa de apăsare se alege mai mare la începutul prelucrării (suprafinisarea preliminară) şi mai mică la sfîrşit (suprafinisarea finală); de asemenea este necesară o presiune mai mare a prismelor abrazive la suprafinisarea pieselor din oţeluri dure şi o presiune mai mică la oţelurile moi.

Pentru piesele cilindrice din oţel se recomandă: o viteză periferică a piesei de 15—18 m/min; o mişcare rectilinie oscilatorie a prismelor abrazive de 800—1000 curse duble pe minut; lungimea curselor este de 1,5 mm la piesele din oţel călit şi 4,5—6 mm la cele din oţel netratate termic. Pentru piesele din oţeluri dure, viteza periferică a acestora se ia de 4—10 m/min şi se măreşte numărul de curse duble pe minut executate de prismele abrazive. Mărimea avansului longitudinal nu influenţează calitatea suprafeţei; ea depinde într-o oarecare măsură de unghiul reţelei, adică de unghiul care se formează între direcţiile urmelor de prelucrare, înainte de suprafinisare şi direcţia urmelor lăsate de prismele abrazive la suprafinisare.

Unghiul reţelei α se obţine din relaţia $\operatorname{tg} \alpha = \frac{n_b}{n_p} \cdot \frac{l}{d}$, în care n_b este numărul curselor duble pe minut ale prismelor abrazive; n_p — turaţia piesei, l — lungimea cursei prismelor abrazive (amplitudinea oscilaţiei), iar d — diametrul piesei.

Pentru suprafinisarea preliminară se alege un unghi de reţea $\alpha = 22°$, iar pentru suprafinisarea finală, ca şi pentru metale moi.

3.15.4. **Maşini de suprafinisat.** După forma suprafeţelor care se prelucrează, aceste maşini se clasifică în maşini de suprafinisat rotund, plan, şi pentru suprafeţe profilate.

Maşina de suprafinisat rotund se foloseşte la prelucrarea suprafeţelor exterioare sau interioare cu forme cilindrice sau conice. După poziţia axei organului pentru fixarea piesei de prelucrat, precum şi după poziţia suprafeţei prelucrate, maşinile de suprafinisat rotund pot fi orizontale sau verticale.

La maşina de suprafinisat rotund, verticală, cu masa fixă, piesa se fixează pe masa maşinii, iar capul de suprafinisat cu prisme abrazive pentru prelucrare interioară sau exterioară execută atît mişcările rectilinii oscilatorii verticale, cît şi mişcarea de rotaţie. La maşina de suprafinisat rotund, orizontală, prinderea piesei se face de obicei cu ajutorul unui cap de prindere sau între vîrfuri. La maşinile de suprafinisat orizontale universale (fig. 7.165), piesa fixată pe masa

maşinii este antrenată în mişcarea de rotaţie de arborele principal al păpuşii fixe; mişcarea de avans longitudinal în direcţia axei piesei se obţine prin deplasarea mesei şi, uneori, prin deplasarea capului de suprafinisat, care execută totodată şi mişcările rectilinii oscilatorii orizontale.

Maşina de suprafinisat plan se utilizează la prelucrarea suprafeţelor plane. Aceste maşini se construiesc atît verticale, cît şi orizontale. Scula abrazivă la aceste maşini este în formă de oală conică.

La maşinile verticale cu masă rotundă, piesa sau piesele sînt prinse pe masa maşinii cu ajutorul unui platou magnetic şi execută împreună cu acesta o mişcare de rotaţie în sens invers rotirii arborelui principal de care este fixat capul de suprafinisat. În acelaşi timp, arborele principal cu piatra abrazivă execută o şi mişcare orizontală rectilinie, oscilatorie. Capul de suprafinisat execută concomitent şi o mişcare orizontală lentă, cu ajutorul saniei pe care se fixează împreună cu motorul de antrenare al arborelui principal (fig. 7.166). Cu această maşină se poate face, de exemplu, suprafinisarea plană a segmenţilor de piston.

Maşina de suprafiisat pentru suprafeţe profilate se foloseşte la prelucrarea suprafeţelor cu profile speciale. Din această categorie fac parte, de exemplu, maşina de suprafinisat pentru arbori cu came.

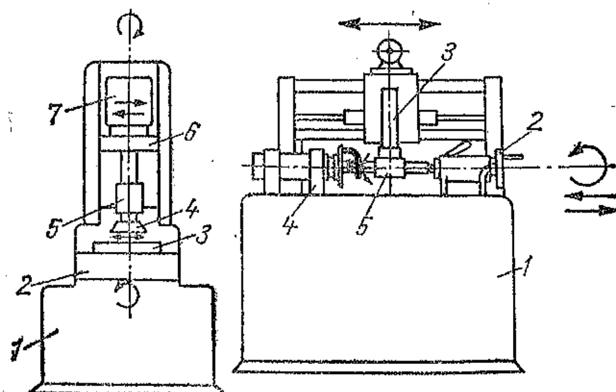


Fig. 7.165. Schema unei maşini de suprafinat plan:
1 — batiu; *2* — masă de lucru; *3* — platou magnetic; *4* — disc abraziv; *5* — cap de suprafinisat; *6* — sanie; *7* — motor.

Fig. 7.166. Schema unei maşini de suprafinisat rotund:
1 — batiu *2* — păpuşă mobilă; *3* — cap de suprafinisat; *4* — păpuşă fixă; *5* — piesă de prelucrat.

Pentru prelucrarea la această maşină, arborele cu came se fixează între vîrfuri şi execută concomitent o mişcare de rotaţie şi o mişcare rectilinie oscilatorie; prismele abrazive (în formă de disc) aşezate de ambele părţi ale piesei execută o mişcare de rotaţie.

4. UNGEREA TRANSMISIILOR ŞI A MAŞINILOR-UNELTE

4.1. GENERALITĂŢI

Ungerea suprafeţelor în frecare are ca scop reducerea rezistenţelor de frecare şi a pierderilor de putere, reducerea uzurii şi a încălzirii,

asigurarea unei funcţionări line şi fără zgomot şi, în general, o ameliorare a randamentului mecanic şi menţinerea îndelungată a preciziei iniţiale de funcţionare a mecanismelor.

Condiţiile pe care trebuie să le satisfacă un lubrifiant, pentru a se realiza o ungere cît mai eficace, sînt următoarele:

— Caracteristica de ungere a lubrifiantului, reprezentată prin viscozitatea lui, precum şi aderenţa, trebuie să fie astfel alese, încît ungerea între suprafeţele de frecare să fie completă; aceasta înseamnă că filmul de ulei dintre suprafeţele de frecare să nu prezinte discontinuităţi prin efectul presiunii sau al turaţiei mari a arborelui.

— Lubrifiantul trebuie să-şi menţină cît mai mult timp calităţile de ungere normale şi să nu se altereze sub acţiunea aerului sau a metalelor cu care este în contact. De asemenea, nu trebuie să se altereze la temperaturile rezultate din frecările ce au loc între suprafeţele pieselor în mişcare.

— Să nu conţină nici o substanţă susceptibilă de a ataca metalele cu care vine în contact şi mai cu seamă să nu conţină acizi.

— Să nu conţină materii răşinoase sau corpuri solide în suspensie care pot închide orificiile de scurgere ale ungătoarelor sau pot zgîria suprafeţele de contact în timpul mişcării.

4.2. LUBRIFIANŢI

Lubrifianţii utilizaţi la ungerea transmisiilor şi maşinilor-unelte sînt uleiurile şi unsorile consistente.

4.2.1. **Uleiuri.** Uleiurile sînt lubrifianţii cei mai des utilizaţi. Uleiurile de origine vegetală sau animală sînt evitate, deoarece pe lîngă costul lor ridicat, cele de origine vegetală conţin urme de acid sulfuric din procesul de prelucrare, iar cele de origine animală conţin materiale improprii unei bune ungeri; uleiurile vegetale mai au şi dezavantajul că se oxidează uşor la temperaturi înalte.

Uleiurile minerale, obţinute prin distilarea fracţionată a ţiţeiului, sînt lubrifianţii care îndeplinesc în cea mai mare măsură condiţiile impuse pentru realizarea unei ungeri bune a transmisiilor şi a maşinilor-unelte.

Cele mai importante proprietăţi fizico-chimice ale lubrifianţilor sînt: viscozitatea, aderenţa şi stabilitatea chimică şi termică.

Pentru transmisiile care antrenează maşinile-unelte se recomandă uleiuri minerale cu o viscozitate de 10—30 grade Engler la 50°C.

La ungerea maşinilor-unelte se prescriu uleiuri minerale pure, avînd viscozitatea 1,3—8,5° E_{50}, uneori cu adaos de grafit coloidal (la finisaje de alunecare, în special în perioada de rodare); în mod obişnuit, viscozitatea medie se ia 3—4,5° E_{50}. Pentru angrenaje rapide

se folosesc uleiuri cu viscozitatea 4—4,5° E_{50} sau chiar 2,8—3,2°E_{50}; pentru transmisii cu multe roţi dinţate sau cu melc, cu acţionare lentă, se recomandă o viscozitate de 7,5—8,5° E_{50} sau chiar 5,5—6,5°E_{50}. La transmisiile cu lanţuri, viscozitatea uleiurilor adecvate este de 5—10° E_{50}. Pentru fusuri cu turaţii mari, ca şi pentru rulmenţi, se aleg uleiuri cu viscozitatea 1,3—1,7°E_{10}.

În cazul jocurilor foarte mici (de ordinul 1—3μ) lubrifiantul trebuie să aibă o viscozitate foarte redusă; în acest caz, se utilizează amestecuri de uleiuri minerale cu petrol lampant sau numai petrol lampant.

Uzinele constructoare de maşini-unelte în indică cărţile maşinilor respective atît schema instalaţiei cu locurile de ungere, cît şi calitatea uleiurilor pentru diferite părţi ale maşinilor.

În STAS 871-68 sînt date indicaţii asupra utilizării uleiurilor minerale şi pentru fiecare calitate de ulei: standardul respectiv, limitele de viscozitate în °E, precum şi condiţiile speciale impuse de scop.

4.2.2. **Unsori consistente.** Unsorile consistente se obţin din amestecul uleiurilor cu săpunuri. Ca unsorile consistente să poată pătrunde uşor între suprafeţele de frecare este necesar ca ele să devină fluide, ceea ce se obţine datorită căldurii produse prin frecare.

Caracteristica importantă a unsorilor consistente este *punctul de picurare*, adică temperatura la care unsoarea începe să picure sub acţiunea propriei sale greutăţi. Unsorile consistente de bună calitate sînt cele cu temperatura de picurare ridicată şi care asigură totuşi o ungere bună a suprafeţelor de frecare.

Unsorile consistente se fabrică cu săpun de calciu sau cu săpun de sodiu; ultimele sînt calitativ superioare, deoarece au punctul de picurare mai ridicat şi o mai bună aderenţă decît primele.

Condiţiile tehnice pentru unsorile consistente obişnuite utilizate pentru ungerea lagărelor şi glisierelor sînt indicate în STAS 562-71; pentru ungerea lagărelor deschise lucrînd la temperaturi şi presiuni mari, sînt indicate în STAS 2721-71; pentru unsorile destinate rulmenţilor sînt indicate în STAS 1608-72.

5. RĂCIREA ŞI UNGEREA LA PRELUCRAREA METALELOR

5.1. GENERALITĂŢI

5.1.1. **Influenţa răcirii şi ungerii.** În timpul formării aşchiei, stratul de metal desprins din piesă sub formă de aşchii, suportînd deformări mari, ia naştere o deplasare şi frecare puternică a porţiunilor de metal între ele, însoţită de producerea unei importante cantităţi de căldură. O anumită cantitate de căldură este datorită şi frecării aşchiei pe faţa de degajare a cuţitului, precum şi frecării feţei de aşezare a cuţitului de

piesa prelucrată. Toate aceste trei surse de căldură formează *căldura de aşchiere.*

Printr-o răcire raţională şi abundentă a sculei poate fi eliminată o cantitate însemnată de căldură, reducîndu-se solicitarea termică a tăişului sculei.

La aşchierea metalelor tenace, temperatura de aşchiere este unul din factorii cei mai importanţi care hotărăsc asupra duratei tăişului şi din această cauză răcirea sculei este imperios necesară pentru obţinerea unei *durate de aşchiere continue* mai mari a tăişului sculei. Menţinînd prin răcire o durată de tăiere mai mare, se măreşte şi *viteza economică* de aşchiere. Astfel, la aşchierea oţelurilor de construcţie moi (σ_r = 38 ... 45 kgf/mm²), cu cuţite din oţel aliat special (rapid), se poate atinge prin răcire o mărire a vitezei economice de aşchiere pînă la 40%; la aşchierea oţelurilor dure, această creştere atinge numai 20%.

La aşchierea metalelor casante (de exemplu, fonta), temperatura de aşchiere nu este hotărîtoare, ci rezistenţa la uzură a tăişului sculei; din această cauză, răcirea sculei are o importanţă secundară. Astfel, la aşchierea fontei, se observă că influenţa răcirii este foarte mică şi numai în cazuri excepţionale ea poate contribui la o mărire a viteze de aşchiere cu 10—15%; de aceea fonta se prelucrează, de obicei, fără răcire.

Prin utilizarea cuţitelor cu plăci de carburi metalice, care rezistă foarte bine la temperaturi mari, în cele mai multe cazuri se elimină necesitatea răcirii.

Lichidele de răcire au în general nu numai un efect de răcire ci şi unul de ungere, realizîndu-se o reducere a coeficientului de frecare faţă de prelucrarea uscată; prin aceasta se obţine o creştere a duratei de aşchiere a sculei şi o îmbunătăţire a calităţii suprafeţei prelucrate. Acest efect de ungere apare mai evident la răcirea sculelor în timpul operaţiilor de netezire.

5.1.2. **Condiţiile unei bune răciri.** Mărirea duratei de aşchiere a tăişului sculei, precum şi a vitezei economice de aşchiere, se obţine prin alegerea corespunzătoare a lichidului de răcire, prin distribuţia lui corectă şi în cantitatea necesară (circa 10—12 l/min pentru cuţite de dimensiuni mijlocii).

Vîna lichidului de răcire nu trebuie să fie îndreptată pe cuţit, ci pe aşchie, în locul unde aceasta se desprinde din piesă, deoarece tăişul cuţitului din cauza aşchiilor nu poate fi răcit în mod direct.

La cuţitele cu plăcuţe de carburi metalice, lichidul de răcire trebuie dirijat în cantitate suficientă direct pe plăcuţă, ca s-o acopere complet; o răcire a plăcuţei, numai parţială şi în cantitate insuficientă, provoacă fisurarea plăcuţelor din cauza variaţiilor bruşte de temperatură.

Lichidul de răcire trebuie să curgă cu presiune moderată ca să nu se împrăştie şi să nu scadă efectul de răcire; de aceea conducta pentru alimentarea cu lichid de răcire se lărgeşte la ieşirea lichidului, pentru a se reduce viteza acestuia.

Circulaţia lichidului este asigurată de o pompă. După răcirea sculei, lichidul se strînge într-un vas colector; după filtrare, el este pompat din nou spre sculă. În felul acesta se stabileşte o circulaţie continuă a lichidului de răcire.

5.2. LICHIDE DE RĂCIRE-UNGERE

Lichidele folosite la prelucrarea metalelor, în afară de acţiunea lor de răcire şi ungere, trebuie să mai satisfacă următoarele condiţii:

— să nu fie vătămătoare pentru muncitori, deci să nu conţină: benzol, tetraclorură de carbon sau alte substanţe volatile;

— să se fabrice uşor şi să nu necesite materii prime costisitoare;

— să nu fie corozive ca să nu atace maşina şi metalul care se prelucrează;

— să aibă un punct de aprindere suficient de ridicat;

— să fie stabile; să nu se oxideze şi să nu se descompună prin încălzire, în contact cu aerul, cu metalul sculei şi al piesei;

— să spele bine aşchiile şi particulele abrazive;

— să fie suficient de transparente.

Cele mai bune proprietăţi de ungere la aşchiere le au uleiurile pure, amestecate cu grăsimi, uleiurile grase şi sulfonate (sulfo-frezolurile), precum şi emulsiile activate în sulf. Deseori, sînt folosite diferite soluţii (sodă calcinată sau compuşi alcalini), săpunuri şi alte substanţe de activare, emulsii de uleiuri minerale în apă şi diferite uleiuri minerale; mai rar, se utilizează uleiurile vegetale, animale, terebentină, petrol lampant şi emulsii de petrol lampant.

Pentru prelucrarea metalelor prin aşchiere, există, de exemplu, uleiul emulsionabil (soluţie de săpunuri de acizi graşi sau naftenici în produse petroliere care au o viscozitate de 2—11°E_{50}), conform STAS 2598-72; acesta se foloseşte sub formă de emulsie de 5—10% în apă. De asemenea, la aşchierea oţelurilor cu viteze şi avansuri mari se utilizează ca mediu de răcire şi de ungere uleiul sulfonat Mx-120, conform STAS 2800-72.

Alegerea lichidelor de răcire şi ungere se face ţinîndu-se seamă de felul prelucrării (strunjire, frezare, filetare etc.), materialul de prelucrat (oţel, cupru, fontă etc.), viteza şi adîncimea de aşchiere, felul aşchiilor, calitatea cerută pentru suprafaţa aşchiată, precizie etc. Astfel,

în operaţiile de degroşare se utilizează, de obicei, lichide cu calităţi bune de răcire, ca: soluţii apoase de sodă sau, preferabil, emulsii cu o concentraţie de 2,5—3%. În operaţiile de finisare, cînd trebuie obţinută o calitate ridicată a suprafeţei prelucrate, lichidul trebuie să fie lubrifiant, utilizîndu-se în acest caz emulsii 10—25% şi uleiuri minerale activate. La viteze mici şi mai ales cînd aşchierea se face la adîncimi mari, trebuie alese lichide cu proprietăţi bune de ungere, cum sînt uleiurile minerale activate.

În tabela 7.63 sînt indicate lichidele de răcire-ungere recomandate pentru prelucrarea metalelor, iar în tabela 7.64 sînt arătate efectele folosirii bisulfurii de molibden (MoS_2) în procesele de aşchiere.

Tabela 7.63. **Lichide de răcire-ungere folosite la prelucrarea materialelor prin aşchiere**

Operaţia de prelucrare		Oţel forjat şi laminat	Oţel turnat	Fontă	Alamă	Bronz	Cupru	Zinc	Aluminiu	Duraluminiu	Electron
Strunjire	Degroşare	E	E	—	E	E	E	E	E	U	F
	Finisare	E	U	U	U	U	U	U	U P	P	U
Filetare		E	E	—	U S_r	U S_r	U S_r	E	E U P	S_r	E P+S_r
Găurire		E	E	E U P	E U	E U	E S_r		E	E P+S	F U
Alezare		S	S_r	U S_r M	U S_r	S_r	E	—	M+P (4:5)	S_r	F U
Frezare	Degroşare	E	E	A	E	E	E	—	E	S	F
	Finisare	E	E	U	E	U	E	—	U	S	U
Tăiere cu ferăstrăul		E S	E	E U	E U	E U	E	—	P M U	S	F U
Rabotare		U	U	U	U	U	U	—	E P U	P U	F U
Mortezare		S T	U E	U P	U	U S_r	U M	—	E P U	—	F U
Rectificare		A	A	A	A	A	A	—	M+P (1:1)	S	F

Observaţie. Literele din tabelă au semnificaţia: A — apă + 5% sodă; E — emulsie de ulei sulfonat; F — soluţie apoasă de clorură de sodiu 4%; M — ulei mineral; P — petrol; S — amestec de uleiuri minerale şi uleiuri grase (de rapiţă, de oase etc.); S_r — ulei de rapiţă; U — uscat.

Tabela 7.64. **Efectele folosirii bisulfurii de molibden (MoS_2) în procesele de așchiere**

Materialul piesei prelucrate	Scula	Lichidul de răcire și ungere inițial (fără MoS_2)	Lichidul de răcire și ungere folosit ulterior (cu MoS_2)	Durata sculei la folosirea lichidului fără MoS_2	Durata sculei la folosirea lichidului cu MoS_2
Oțel aliat avînd σ_r = 125 kgf/mm²	Burghiu elicoidal	Ulei de răcire și ungere	Ulei de răcire și ungere cu 3% MoS_2	100%	300%
Bronz	Burghiu elicoidal	Idem	Idem cu 6% MoS_2	10...12 min	6...8 h
Fontă	Tarod M 6	Petrol lampant	Petrol cu 3% MoS_2	500 găuri filetate	14 000 găuri filetate
Cupru electrolitic	Burghiu elicoidal	Emulsie	Emulsie cu 5% MoS_2	100%	400%
OL 40 sau OL 50	Tarod	Idem	Emulsie cu 10% MoS_2	100%	300%
Oțel inoxidabil	Burghiu elicoidal	Ulei de răcire și ungere	Ulei de răcire și ungere; suprafețele de alunecare ale tăișurilor burghiului acoperite cu pastă de MoS_2	Găurire imposibilă	54 găuri
Oțel maleabil	Tarod	Diferite uleiuri de răcire și ungere	Aplicarea pe suprafețele de alunecare a pastei de MoS_2 după fiecare 15 filetări	24 găuri filetate	700 găuri filetate
Bronz (bucșe și bare) — strunjire	Cuțit de strung	Fără (uscat)	Aplicarea de pastă de MoS_2 pe suprafața de alunecare a cuțitului	100%	600%
Oțel călit în ulei avînd HB = 275 kgf/mm²	Burghiu elicoidal	Petrol lampant	Aplicarea pe suprafețele de alunecare ale tăișurilor, a pulberii de MoS_2 prin frecare	100%	240%
Alamă, cupru	Tarod	Fără (uscat)	Aplicarea inițială a pulberii de MoS_2 pe suprafețele de alunecare, urmată de adăugarea unui strat de pastă de MoS_2	3 100 găuri filetate	8 200 găuri filetate

Capitolul **8**

SCULE AȘCHIETOARE

1. CUȚITE DE STRUNG, RABOTEZĂ ȘI MORTEZĂ

1.1. NOȚIUNI DESPRE FORMA AȘCHIILOR

Prelucrarea metalelor prin așchiere se face cu ajutorul sculelor așchietoare.

Cuțitele întrebuințate la strunguri, raboteze și morteze reprezintă cea mai simplă formă a sculelor așchietoare. În timpul mișcării relative între sculă și piesă, tăișul cuțitului pătrunde în metalul piesei, ca o pană (fig. 8.1).

Cu cît unghiul penei, adică unghiul de ascuțire, este mai mic, cu atît el pătrunde mai ușor în metal și separă mai ușor așchia; în acest caz, tăișul cuțitului este însă mai puțin rezistent și se uzează mai repede. Din această cauză, unghiul penei cuțitului se alege ținînd seamă de proprietățile metalului de prelucrat și de caracterul operației (degroșare sau finisare).

Pentru prelucrarea metalelor dure, trebuie utilizat un cuțit cu unghiul penei mai mare decît în cazul prelucrării metalelor moi.

În general, se disting la prelucrarea metalelor următoarele tipuri de așchii.

a. **Așchia de rupere.** La prelucrarea metalelor cu plasticitate foarte redusă, adică a metalelor fragile (fontă, bronz), sub apăsarea cuțitului particulele de metal se desprind de piesa de prelucrat, sub formă de elemente de așchie. Din cauza fragilității metalului, elementele de așchie fiind apăsate de fața respectivă a cuțitului și neputîndu-se deforma, se rup în fragmente de forme neregulate (fig. 8.1, *a* și *d*). O asemenea așchie se numește *așchie de rupere*.

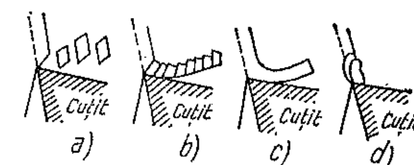


Fig. 8.1.

b. **Așchia de forfecare în trepte.** La prelucrarea metalelor dure, care au totuși o anumită plasticitate (de exemplu, oțel foarte dur),

fața cuțitului comprimă particulele de metal ale piesei de prelucrat, din care cauză aceste particule se deplasează una față de cealaltă. Dacă mișcarea continuă, aderența particulelor respective cu masa principală a materialului piesei care se prelucrează se reduce într-atît, încît are loc separarea lor sub formă de așchie, formînd primul element de așchie. Imediat după aceasta, fața cuțitului începe să lucreze asupra particulei următoare a stratului comprimat, producînd separarea acesteia etc. Aceste elemente se desprind din materialul piesei sub formă de mici fragmente, care păstrează între ele o foarte slabă legătură. Dacă duritatea materialului este destul de mică și plasticitatea lui destul de mare (oțel dur sau de duritate medie), elementele de așchiere rezultate sînt mai bine legate între ele și formează o panglică mai mult sau mai puțin rezistentă, avînd pe suprafața care nu a venit în contact cu cuțitul asperități în formă de trepte (fig. 8.1, *b*). Așchiile acestea sînt așchii de forfecare și se numesc *așchii în trepte.*

c. **Așchia de curgere.** La tăierea metalelor moi și plastice (oțel moale, alamă) are loc o separare neîntreruptă a elementelor de așchie, care sînt perfect legate între ele, iar deplasarea lor relativă este neînsemnată și formează o panglică netedă și continuă (fig. 8.1, *c*). Din cauza caracterului de continuitate pe care o are așchia, ea se numește *așchie de curgere* (continuă).

Obținerea unei anumite forme de așchii este condiționată, după cum s-a arătat, în primul rînd de felul materialului supus prelucrării, dar mai sînt și alți factori care influențează formarea unei anumite categorii de așchii. Dintre acești factori menționăm ; patametrii geometrici ai cuțitului (în special unghiul de degajare), secțiunea așchiei, viteza de așchiere etc. Datorită acestor factori, dacă în anumite condiții, la prelucrarea unui anumit material se obțin în mod obișnuit așchii de rupere, respectiv așchii în trepte, schimbînd condițiile de lucru, se pot obține așchii în trepte, respectiv așchii de curgere.

1.2. NOȚIUNI FUNDAMENTALE DESPRE CUȚITE. DEFINIȚII
(v. și STAS 350-66 și STAS 6599-71)

1.2.1. **Părțile cuțitului** și elementele **capului său.** Fiecare cuțit este compus dintr-o parte activă denumită *cap* și o parte cu care cuțitul se fixează pe suport, denumită *corp* (fig. 8.2).

Elementele geometrice ale capului cuțitului (fig. 8.3) sînt următoarele :

Fața de degajare este fața peste care alunecă așchiile detașate de pe piesa care se prelucrează.

Fețele de așezare sînt fețele capului cuțitului îndreptate spre piesa care se așchiază.

Tăișul principal execută tăierea ; el este muchia formată prin intersecția feței de degajare cu fața de așezare principală.

Tăișul secundar este muchia formată prin intersecția feței de degajare cu fața de așezare secundară ; cuțitele normale au un singur tăiș secundar ; cuțitele de retezat și profilate (de formă) au mai multe tăișuri secundare.

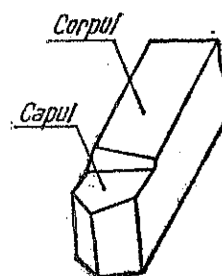


Fig. 8.2.

Vîrful tăișului este punctul de intersecție al tăișului principalc u cel secundar. Pot fi unul sau două vîrfuri, după cum cuțitul are unul sau două tăișuri secundare. În plan, vîrful cuțitului poate fi ascuțit sau rotunjit.

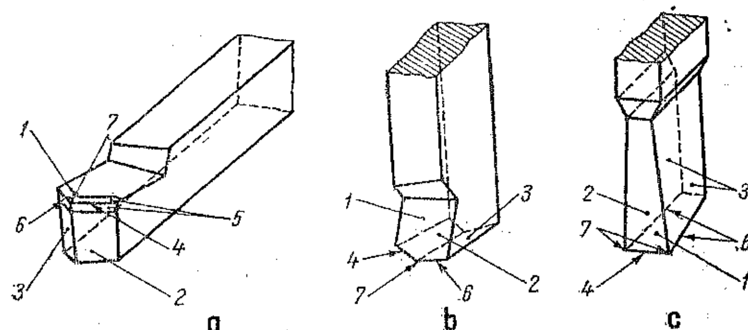


Fig. 8.3. Cuțite de strung (*a*), rabotează (*b*) și morteză (*c*) :

1 – fața de degajare; *2* – fața de așezare principală; *3* – fața de așezare secundară; *4* – tăișul principal; *5* – fațete; *6* – tăișul secundar; *7* – vîrful tăișului.

Înălțimea vîrfului este distanța de la vîrful cuțitului la suprafața de reazem a corpului cuțitului. Înălțimea vîrfului se notează cu simbolul h și se măsoară în milimetri ; ea poate fi pozitivă sau negativă (fig. 8.4).

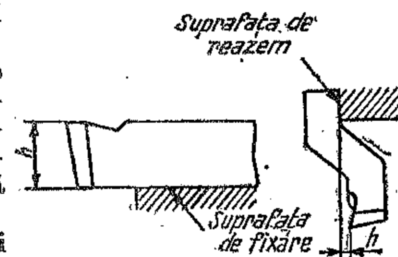


Fig. 8.4.

1.2.2. **Suprafețele de prelucrare și planele de referință** (fig. 8.5.). La piesele supuse prelucrării la strung, rabotează și morteză, deosebim următoarele suprafețe ;

Suprafața de așchiat (de prelucrat) adică suprafața de pe care se desprind așchiile prin acțiunea cuțitului.

Suprafața așchiată (prelucrată), adică suprafața obținută prin desprinderea așchiilor.

Suprafața de tăiere care ia naștere sub tăișul cuțitului, făcînd trecerea de la suprafața de așchiat la suprafața așchiată.

Pentru determinarea unghiurilor cuțitului s-au stabilit următoarele plane de referință :

Planul tăișului (principal sau secundar) trece prin tăișul cuțitului (principal sau secundar) și este tangent la suprafața de tăiere.

Planul de bază este paralel cu avansul longitudinal și transversal.

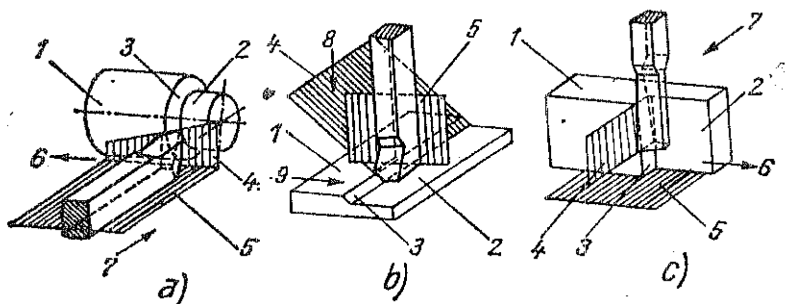


Fig. 8.5. Denumirea suprafețelor la așchiere :

a — strunjire; *b* — rabotare; *c* — mortezare; *1* — suprafață de așchiere; *2* — suprafață așchiată; *3* — suprafață de tăiere; *4* — plan de tăiere; *5* — plan de bază ; *6* — avansul longitudinal ; *7* — avansul transversal; *8* — avansul vertical; *9* — avansul orizontal.

1.2.3. Unghiurile cuțitului. În fig. 8.6 sînt indicate unghiurile unui cuțit drept, al cărei ax este perpendicular la direcția avansaului și al cărui vîrf este situat într-un plan paralel la suprafața de reazem ce trece prin vîrfurile strungului.

Unghiurile principale ale cuțitului se măsoară în planul perpendicular la muchia așchietoare a cuțitului. Se deosebesc următoarele unghiuri principale :

Unghiul de așezare principal α, dintre fața de așezare principală și planul tăișului principal.

Unghiul de așezare α_1 este unghiul dintre fața de așezare secundară și planul tăișului secundar.

Unghiul de ascuțire principal β, dintre fața de degajare și fața de așezare principală.

Unghiul de degajare principal γ, dintre fața de degajare și planul de bază constructiv.

Unghiul de tăiere principal $\delta = \alpha + \beta$, dintre fața de degajare și planul tăișului principal.

Observație. Unghiurile secundare (α_1, β_1 și γ_1) se definesc în mod analog.

Unghiul de atac principal $\varkappa$, dintre direcția avansului longitudinal și proiecția tăișului principal pe planul de bază.

Unghiul de atac secundar $\varkappa_1$, dintre direcția avansului longitudinal și proiecția tăișului pe planul de bază.

Unghiul de vîrf ε, dintre proiecțiile tăișului pe planul de bază.

Unghiul de înclinare λ, dintre tăișul principal și proiecția acestuia pe un plan care trece prin vîrful cuțitului și este paralel cu baza.

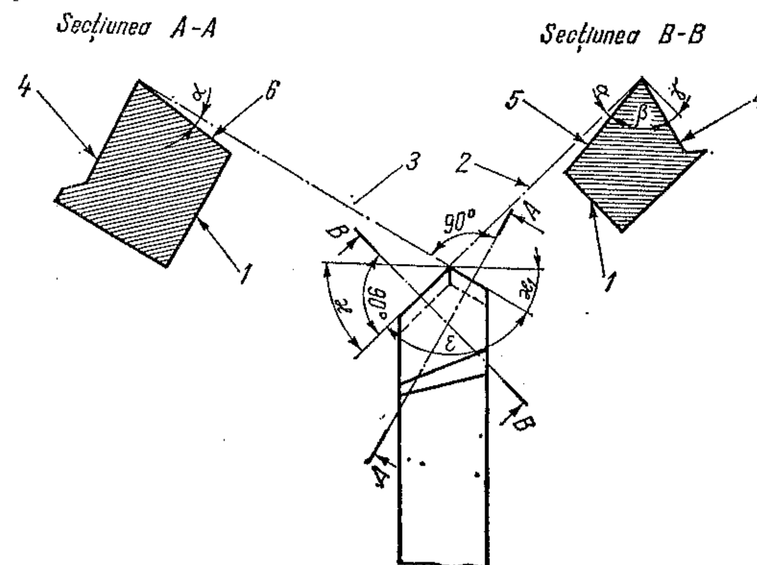


Fig. 8.6. Unghiurile cuțitului :

1 — plan de bază constructiv; *2* — planul tăișului principal; *3* — planul tăișului secundar; *4* — față de degajare; *5* — față de așezare principală ; *6* — față de așezare secundară.

După cum tăișul principal se găsește deasupra sau sub acest plan, tăișul are înclinare pozitivă sau negativă.

1.2.4. Definirea sensului și formei cuțitelor. După sensul avansului cu care lucrează cuțitele, ele se împart în cuțite pe dreapta și cuțite pe stînga.

Cuțitele pe dreapta sînt acele cuțite la care, dacă se suprapune palma mîinii drepte peste corpul cuțitului astfel ca degetele să fie îndreptate spre vîrful lui și se privește spre fața de degajare, tăișul principal apare pe partea degetului mare (fig. 8.7, *b*). Asemenea cuțite lucrează cu avansul de la dreapta spre stînga.

Cuțitele pe stînga sînt acele cuțite la care dacă se suprapune palma mîinii stîngi în felul arătat mai sus, tăișul principal apare de partea degetului mare. Aceste cuțite lucrează cu avansul dela stînga spre dreapta (fig. 8.7, *a*).

După forma capului și după poziția lui în raport cu corpul cuțitului, deosebim (fig. 8.8) :

Cuțite drepte, la care axa de simetrie a corpului cuțitului este dreaptă atît în plan, cît și în vederea laterală.

Cuțite încovoiate, la care axa de simetrie a corpului cuțitului este încovoiată (curbată)în plan.

Cuțite cotite, la care axa de simetrie a corpului cuțitului este cotită în vedere laterală.

Cuțite cu capul îngustat, la care capul este mai îngust decît corpul.

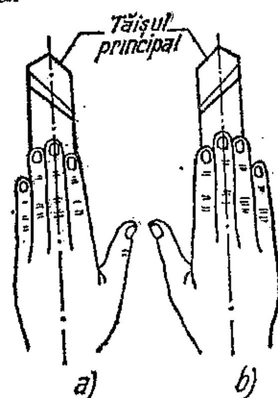


Fig. 8.7.

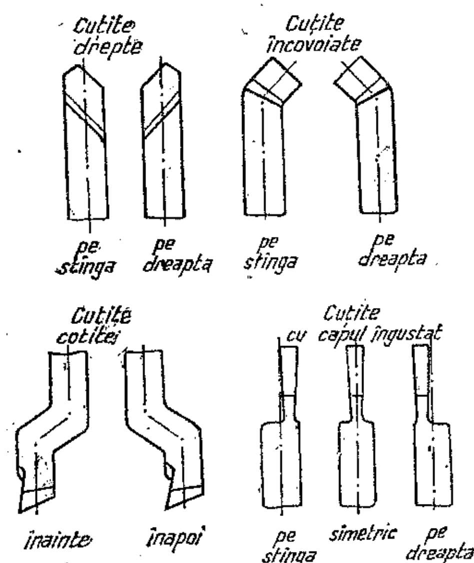


Fig. 8.8.

1.3. PARAMETRII GEOMETRICI AI PĂRȚILOR DE AȘCHIERE [1])

1.3.2. **Unghiurile de așezare.** Mărimea unghiului de așezare principal α (fig. 8.9) se stabilește în raport cu tipul cuțitului și cu mărimea avansului, cu ajutorul tabelei 8.1.

Unghiul de așezare secundar α_1 se ia egal cu unghiul de așezare principal α la toate cuțitele, în afară de cele pentru canale și de retezat, pentru care valoarea unghiului $\alpha_1 = 1°$ dacă lățimea capului nu depășește 5 mm; în caz contrar, unghiul α_1 poate fi mărit pînă la 2°.

Abaterile limită ale unghiurilor α și α_1 sînt stabilite la $\pm 1°$; la cuțitele pentru canale și cele de retezat, abaterea limită a unghiului α_1 este fixată la $\pm 30'$.

[1]) Parametrii geomatrici recomandați la prelucrarea prin așchiere pentru elementele tăietoare ale cuțitelor de strung, de raboteză și de morteză, se referă la cuțitele confecționate în întregime din oțel special de scule rapid (STAS 351-67 ... STAS 359-67) sau cu plăcuță din oțel special de scule.

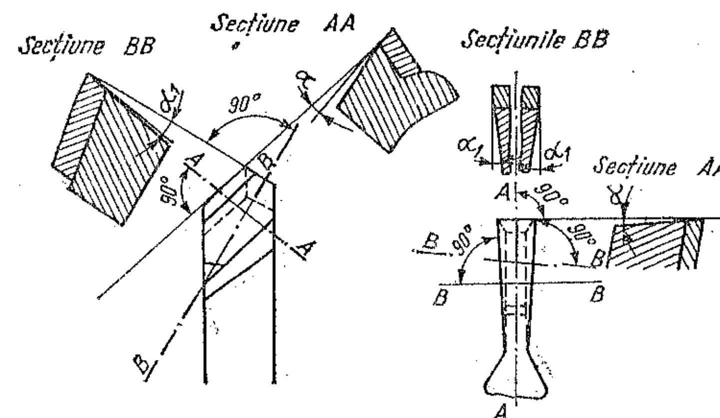


Fig. 8.9.

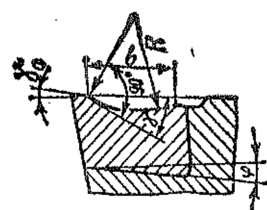
Tabela 8.1 **Mărimea unghiului de așezare principal** α

Tipul cuțitului		Valoarea unghiului α, în funcție de avansul la o rotație completă sau la o cursă dublă	
		Pînă la 0,2 mm	Peste 0,2 mm
Normal	de strunjit	12°	6°
	de rabotat și mortezat	8°	
De prelucrare frontală, de strunjit interior pentru canale, de retezat, tangențial pentru automate, de formă și de filetat		12°	8°

1.3.2. **Forma și dimensiunile feței de degajare.** Forma feței de degajare se determină în funcție de materialul de prelucrat și de felul cuțitului, conform tabelei 8.2.

Valoarea unghiului de degajare γ se stabilește cu ajutorul tabelei 8.3, în raport cu forma feței de degajare și cu natura materialului de prelucrat. Trebuie să avem în vedere faptul că atît la cuțitele de raboteză și de morteză, cît și la cele de strung cu formele I, II și III (v. tabela 8.2), destinate prelucrării suprafețelor discontinue sau pieselor turnate cu coajă, valoarea unghiului de degajare, în loc de 30° pînă la 25°, se ia egală cu 20°, iar în loc de 20° se ia de 12°.

Abaterile limită ale unghiului de degajare: $\pm 1°$ pnetru $\gamma < 12°$ și $\pm 2°$ pentru $\gamma > 12°$.



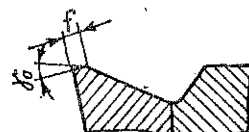


Fig. 8.10.

Lăţimea faţetei (fig. 8.10), la cuţitele destinate prelucrărilor cu avansuri $s > 0,2$ mm pe rotaţie (sau pe cursa dublă), se stabileşte luînd $f = (0,8\ldots1)\,s$.

La cuţitele pentru prelucrări cu avansuri $s < 0,2$ mm pe rotaţie (sau pe cursa dublă), tăişurile se vor teşi uşor. Această teşire nu va depăşi 0,2 mm.

De asemenea se vor teşi tăişurile cuţitelor executate după forma III (tabela 8.2). Valoarea unghiului de degajare al faţetei se va lua conform tabelei 8.4.

Raza R a scobiturii are următoarele valori: la cuţitele de strung normale şi de interior, $R = (10\ldots15)\,s$; la cuţitele de rabotat şi de mortezat, $R = (30\ldots40)\,s$; la cuţitele pentru canale şi la cuţitele de retezat, $R = (50\ldots60)\,s$;

Valoarea razei R trebuie să fie de minimum 3 mm.

Lăţimea b a scobiturii (porţiunii curbe) se determină cu ajutorul formulei $b = 2\,R \sin(\gamma - \varphi)$.

Valorile lui f şi R (fig. 8.10) se recomandă a fi luate din tabela 8.5, în care se indică valorile stabilite pentru avansuri medii uzuale.

Unghiul de înclinare λ al tăişului principal (fig. 8.11) se ia:

Cînd faţa de degajare are forma I . . . . $\lambda = 0°$

Cînd faţa de degajare are formule II sau III:

— pentru cuţite normale, pentru strunjit interior la lucrări de degroşare. . $\lambda = +4°$

— pentru cuţitele de prelucrare frontală, de canelat sau de retezat . . . . $\lambda = 0°$

— pentru cuţite de rabotat . . . . $\lambda = +10°$

— pentru prelucrarea suprafeţelor discontinue . . . . $\lambda = +10°$

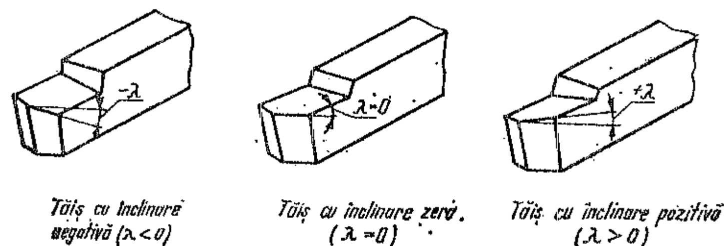


Fig. 8.11.

Abaterile limită ale unghiului λ sînt $\pm$ 1°.

1.3.3. **Unghiurile de atac (în plan).** În cazul prelucrării pieselor rigide fixate în universal şi vîrful păpuşii mobile sau numai în universal, valoarea unghiului de atac principal $\varkappa$ (fig. 8.12), la cuţitele normale şi de strunjit plan, se stabileşte la 30°[1]), 45° sau 60°; în cazul prelucrării pieselor cu rigiditate mică fixate între vîrfuri, aceste unghiuri sînt respectiv egale cu 60°, 75° sau 90°.

Tabela 8.2. **Forma feţei de degajare a cuţitului**

Denumirea	Forma	Schiţa	Domeniul de utilizare
Curbă cu faţetă	I	Secţiune AB I	Cuţite de toate tipurile pentru prelucrarea oţelului mai ales în cazul cînd se cere ca aşchia să fie de curgere (continuă) Se exceptează numai cuţitele de formă, cu profilul complicat al tăişului
Plană cu faţetă	II	Secţiune AB II	Cuţite de strung normale pentru strunjit plan; cuţite pentru canale şi pentru strunjit interior, pentru prelucrarea oţelului cu avansuri $s > 0,2$ mm/rot şi cuţitele la care ascuţirea după forma I este dificilă
Plană	III	Secţiune AB III	Toate tipurile de cuţite pentru prelucrarea fontei. Cuţite pentru prelucrarea oţelului, în cazul dificultăţii de ascuţire după forma I şi a prelucrării cu $s < 0,2$ mm/rot

[1]) Unghiul $\varkappa = 30°$ poate fi dat numai pentru cuţitele normale care au unghiul de degajare $\gamma \geq 25°$ sau pentru cuţitele de finisat longitudinal.

Tabela 8.3. **Valoarea unghiului de degajare**

Materialul părții tăietoare a cuțitului		Oțeluri speciale de scule (rapide) slab sau bogat aliate							Carburi metalice						
Material de prelucrat		Oțel				Fontă			Oțel				Fontă		
σ_r, kgf/mm²	De la pînă la	— 50	50 80	80 100	100 120	—	—	—	— 70	70 90	90 130	130 —	—	—	—
HB	De la pînă la	— 150	150 235	235 290	290 350	— 150	150 200	200 250	— 210	210 265	265 375	375 —	— 200	260 400	400 —
Forma feței de degajare	Avansul mm/rot	*Unghiul de degajare* γ													
I	—	30°				—			20°				—		
II	Peste 0,2	30°				—			20°				—		
III	Pînă la 0,2	25°	25°	20°	12°	20°	12°	8°	20°	12°	—	−5°	12°	5°	−5°
III	Peste 0,2	25°	20°	12°	8°	20°	12°	8°	20°	12°	—	−5°	12°	5°	−5°

Tabela 8.4. **Valoarea unghiului γ_0 de degajare al fațetei (fig. 8.10)**

Felul cuțitelor	Valoarea unghiului γ_0 în cazul părții de tăiere confecționate din:	
	Oțeluri speciale de scule (rapid) slab sau bogat aliate	Carburi metalice
De strunjit	0°	−5°
De rabotat și de mortezat	+5°	+5°

Tabela 8.5. **Valoarea *f* a fațetei și raza *R* a scobiturii, mm**

Dimensiunile secțiunii cuțitului			Tipul cuțitelor							
Dreptunghiulară 90°	Pătrată 90°	Rotundă 90°	De strung. normale și de strunjit plan *f*	De strung. normale și de strunjit plan *R*	De rabotat și de mortezat *f*	De rabotat și de mortezat *R*	Normale, de strunjit plan și de strunjit interior *r* (v. fig. 8.12)	De canelat și de retezat: lățimea cuțitului	De canelat și de retezat: *f*	De canelat și de retezat: *R*
10×16	12×12	12	0,2	3	0,2	8	1	4	0,10	5
12×20	16×16	15	0,4	5	0,4	15	1,5	6	0,15	8
16×25	20×20	20	0,6	8	0,6	25	1,5	8	0,20	10
20×30	25×25	25	0,8	12	0,8	30	2	10	0,25	12
25×40	30×30	—	1,0	15	1,0	40	2	12	0,30	15
30×45	40×40	—	1,2	18	1,2	50	3	15	0,40	20
40×60	60×60	—	1,5	20	1,5	60	5	20	0,50	30

În cazul combinării strunjirii canalelor cu strunjirea plană, precum și la strunjirea plană, valoarea unghiului $\varkappa$ este egală cu 90°.

Pentru cuțitele de strunjit interior, valoarea unghiului $\varkappa$ se ia egală cu 45°, 60° sau 75°.

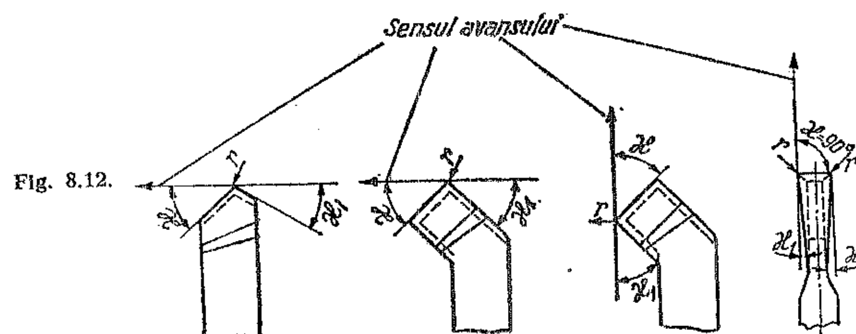


Fig. 8.12.

La cuțitele destinate strunjirii găurilor cu diametrul mic și în cazul strunjirii fără avans, valoarea unghiului $\varkappa$ se ia egală cu 90°.

La cuțitele de canelat și de retezat $\varkappa = 90°$.

Abaterile limită ale unghiului $\varkappa$ sînt egale cu ± 2°.

Unghiul de atac secundar $\varkappa_1$ trebuie să aibă următoarele valori:

— la cuțitele normale care lucrează fără înfigere (pătrundere radială) . . . 5° sau 10°
— la cuțitele cu plăci din metale dure și cînd piesele sînt suficient de rigid fixate . . . . 15°
— la cuțitele normale, care lucrează cu înfigere pînă la 3 mm . . . . .15°
— la cuțitele normale, care lucrează cu înfigere pînă la 3 mm . . . . . . .20° sau 30°
— la cuțitele pentru prelucrarea frontală și pentru strunjit interior . . . 10° sau 15°
— la cuțitele pentru prelucrarea frontală și pentru strunjit interior cu plăci din carburi metalice . . . . 20°
— la cuțitele de canelat și retezat . . . . 1°; 1°30′ sau 2°
— la cuțitele încovoiate, cu secțiunea pînă la 20 × 30 mm . . . . .45°
— la cuțitele încovoiate cu secțiunea peste 20 × 30 mm . . . . 30°

Abaterile limită ale unghiului $\varkappa_1$ sînt:

— în cazul cînd $\varkappa_1 \leqslant 2°$ . . . . ± 30′
— în cazul cînd $2° \leqslant \varkappa_1 \leqslant 5°$ . . . . ±1°
— în cazul cînd $\varkappa_1 > 5°$ . . . . ±2°

1.3.4. **Tăișuri de trecere.** Raza *r* de racordare a fețelor de așezare (fig. 8.12) se recomandă a fi fixată între următoarele limite:

— la cuțitele normate și de strunjit interior:
  în cazul cînd $s \leqslant 0,2$ mm/rot . . . . .0,5—5 mm
  în cazul cînd $s > 0,2$ mm/rot .1—3 mm
— la cuțitele de strunjit plan . . . . 0,5—2 mm
— la cuțitele de canelat și retezat . . . . 0.2—0,8mm

1.4. ALEGEREA DIMENSIUNILOR CUȚITULUI

1.4.1. **Dimensiuni pentru secțiunea cozii cuțitului.** Valorile deduse experimental pentru dimensiunile *B* și *H* ale secțiunii cozii (v. tabela 8.9 și următoarele) sînt indicate în tabela 8.6, în funcție de secțiunea așchiei și în funcție de înălțimea vîrfurilor strungului.

În tabela 8.7 sînt arătate după STAS 6310-74 dimensiunile nominale pentru secțiunea cozilor la cuțitele de strung, de raboteză și de morteză.

Tabela 8.6. **Secţiunea cuţitelor, în funcţie de secţiunea aşchiilor**

Forma secţiunii cuţitului	Dimensiunile	Secţiunea aşchiei, mm						
		1,5	2,5	4	6	9	12	16...25
		Secţiunea cuţitului, mm × mm						
Dreptunghiulară	$B \times H$	10×16	12×20	16×25	20×32	25×40	32×55	40×32
Pătrată	H	12	16	20	25	32	40	63

Secţiunea cuţitelor în funcţie de înălţimea vîrfurilor strungului

Modul de fixarea cuţitului	Înălţimea vîrfurilor strungului, mm				
	150	150 ... 200	250	300	350...400
	Secţiunea cuţitului în mm				
În suport pentru un cuţit	12×20	16×25	20×32	20×32	25×40
În suport pentru patru cuţite	12×20	12×20	16×25	20×32	25×40

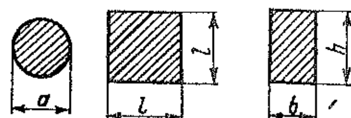


Tabela 8.7. **Secţiunea cozilor la cuţitele de strung, de raboteză şi de morteză (STAS 6310-74)**

în mm

Secţiune rotundă	Secţiune pătrată	Secţiune dreptunghiulară		
		$h/b \approx 1,25$	$h/b \approx 1,6$	$h/b \approx 2$
d	l	$h \times b$		
6	6×6	6×5	6×4	6×3
8	8×8	8×6	8×5	8×4
10	10×10	10×8	10×6	10×5
12	12×12	12×10	12×8	12×6
16	16×16	16×12	16×10	16×8
20	20×20	20×16	20×12	20×10
25	25×25	25×20	25×16	25×12
32	32×32	32×25	32×20	23×16
40	40×40	40×32	40×25	40×20
50	50×50	50×40	50×32	50×25
63	63×63	63×50	63×40	63×32

Observaţie. 1. Se recomandă evitarea utilizării secţiunilor cu valori $h/b = 1,25$ şi $h/b = 2$. *2.* **Abateri limită la dimensiunile** d, h, b şi l: a) C o z i b r u t e (laminate sau forjate), abaterile limită vor fi cele prescrise în standardele dimensionate de semifabricate laminate sau forjate ale categoriei de oţeluri din care se execută cozile. b) C o z i p r e l u c r a t e de cuţite care nu sînt ajustate într-o mandrină sau bară portsculă: je 9. c) C o z i p r e l u c r a t e de cuţite destinate să fie ajustate într-o mandrină sau bară portsculă: abaterile limită vor fi prescrise în standardele, normele interne sau desenele de execuţie ale sculelor respective. *3.* **Execuţie.** Cozile brute, laminate sau forjate, vor avea în toate cazurile faţă de sprijin prelucrată prin aşchiere.

1.4.2. **Lungimea cuţitului.** În tabela 8.8 sînt indicate valorile pentru lungimea L a cuţitului cînd sînt cunoscute dimensiunile secţiunii.

Tabela 8.8. **Lungimea cuţitelor în funcţie de secţiune**

Felul maşinii-unelte	Secţiunea dreptunghiulară $B \times H$, mm × mm						
	10 × 16	12 × 20	16 × 25	20 × 32	25 × 40	32 × 50	40 × 60
	Lungimea, mm						
Strung cu suport pentru un cuţit	150	200	225	250	300	400	500
Strung cu suport pentru patru cuţite	125	125 şi 150	150 şi 175	150 şi 200	150 200 şi 250	150 200 şi 250	— — —
Raboteză	150	200	250	300	350	400	500
Morteză	200	250	300	350	450	500	600
Felul maşini-unelte	**Secţiune pătrată cu latura H, mm**						
	8	**10**	**16**	**20**	**25**	**32**	**40**
	Lungimea, mm						
Strung cu suport pentru un cuţit	100	150	200	250	300	350	400
Strung cu suport pentru patru cuţite	—	125	125 şi 150	125 150 şi 200	150 200 şi 250	150 200 şi 250	200 250 şi 300
Strung automat	50	60	80	100	125	—	—

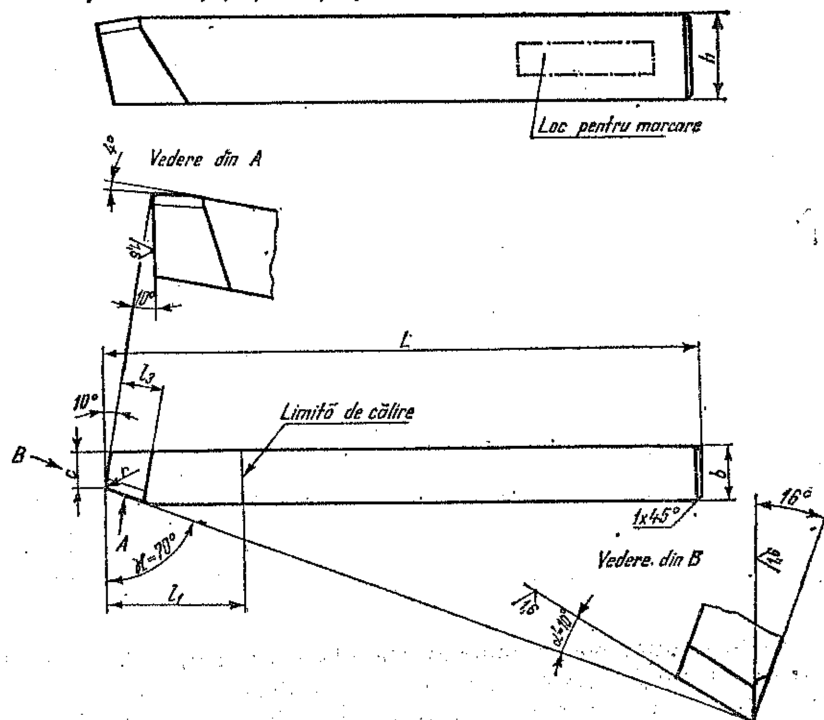
1.4.3. **Elementele geometrice ale capului cuţitelor.** Valorile unghiurilor, dimensiunile feţelor de aşezare şi de degajare precum şi mărimea faţetelor se stabilesc în funcţie de tipul cuţitului, felul prelucrării, materialul piesei şi caracteristicile procesului de aşchiere. Indicaţii detaliate asupra acestor elemente geometrice ale capului cuţitelor, după STAS 350-66, se găsesc în subcapitolul 1.3.

1.5. FORMELE ŞI DIMENSIUNILE CUŢITELOR DE STRUNG RABOTEZĂ ŞI MORTEZĂ

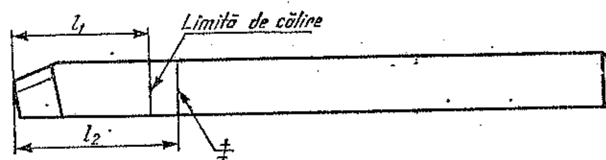
1.5.1. **Cuţite normale.** Cuţitele normale pentru strung, raboteză şi morteză se execută fie integral din oţel special de scule (rapid), fie numai cu plăcuţe din materiale speciale (de exemplu, oţel rapid, carburi metalice, materiale ceramice etc.), aplicate la extremitatea corpului cuţitelor confecţionate din oţel de construcţie (OL 70, conform STAS 500-68). Majoritatea acestor cuţite sînt standardizate. Formele, unghiurile şi elementele geometrice ale unor cuţite cu tăiş din oţel rapid sînt arătate în tabelele 8.9—8.19, iar pentru o serie de cuţite cu plăcuţe din carburi metalice în tabelele 8.20—8.21.

Tabela 8.9. **Cuțit drept de strung cu tăiș din oțel rapid (STAS 351-67)**

Execuție monobloc (cuțit pe dreapta).



Execuție prin sudură cap la cap (cuțit pe stînga).



Dimensiuni în mm

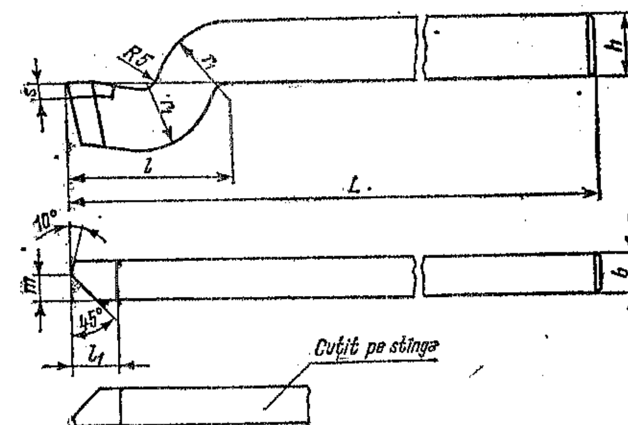
Secțiunea cozii – Forma	Secțiunea cozii – $h \times b$	Lungimea totală L	c	l_1 ≈	r	Execuție – monobloc – l_1 ≈	Execuție – prin sudare cap la cap – l_1 ≈	Execuție – prin sudare cap la cap – l_2 ≈
Pătrată	10×10	100	7	8	0,5	32	—	—
	12×12	110	8	10	0,5	32	—	—
	16×16	**140**	**11**	**14**	0,5	—	40	50
	20×20	160	14	16	1	—	40	50

Tabela 8.9 (continuare)

Secțiunea cozii – Forma	Secțiunea cozii – $h \times b$	Lungmea totală L	c	l_3 ≈	r	Execuția – monobloc – l_1 ≈	Execuția – prin sudură cap la cap – l_1 ≈	Execuția – prin sudură cap la cap – l_2 ≈
Dreptun-ghiulară	25×16	180	11	14	0,5	—	40	50
	32×20	220	14	16	1	—	50	60
	40×25	280	17	20	1	—	60	70

Observații. 1. Figurile reprezintă cuțitele fabricate centralizat, fără ascuțirea finală (cu fațete lepuite) a tăișului principal. *2.* Exemplu de notare a unui cuțit drept pentru degroșat, pe dreapta, cu secțiunea cozii 25 × 16 mm, cu partea activă din oțel rapid Rp3 și ascuțirea tip II: **Cuțit 25 × 16 STAS 351-67/Rp 3-II.** Idem, pentru cuțitul fabricat centralizat (fără ascuțirea finală a tăișului principal): **Cuțit 25 × 16 STAS 351-67/Rp 3.**

Tabela 8.10. **Cuțit cu tăiș din oțel rapid pentru raboteză (STAS 363/1-76)**

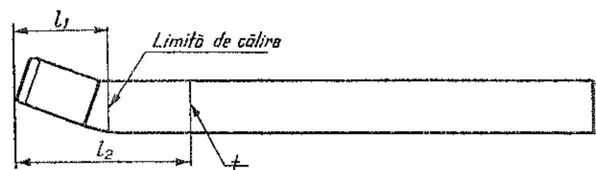


Dimensiuni în mm

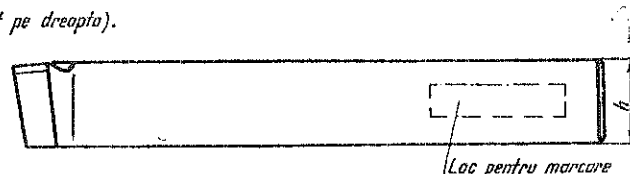
Secțiunea cozii $h \times b$	L	l min.	r_1 ≈	l_1 ≈	s	m
25×16	220	50	30	16	6	9
32×20	280	63	37	20	8	12
40×25	340	80	45	25	10	14
50×32	400	100	55	32	12	16
63×40	500	125	68	40	16	22

Tabela 8.11. **Cuţit încovoiat de degroşat cu tăiş din oţel rapid pentru strung** (STAS 353-67)

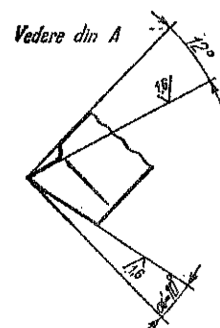
Execuţie prin sudură cap la cap (cuţit pe stînga)



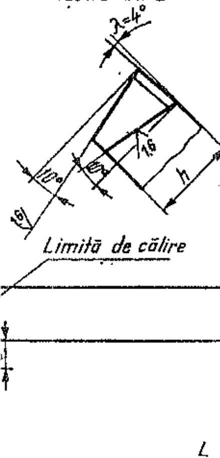
Execuţie monobloc (cuţit pe dreapta).

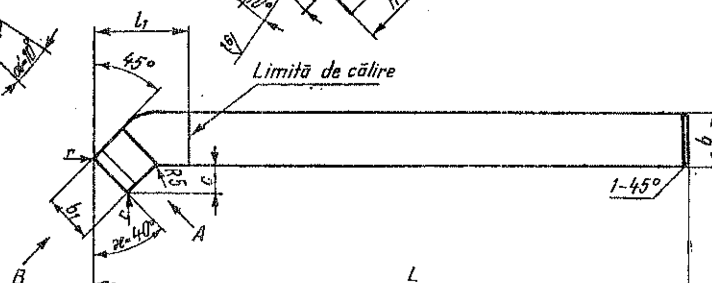


Vedere din A



Vedere din B





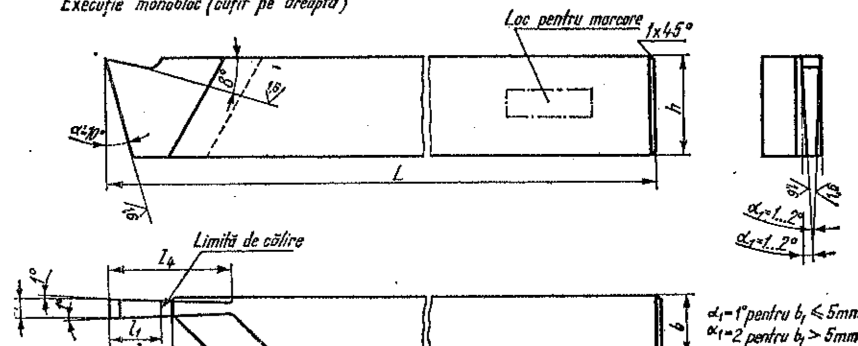
Dimensiuni în mm

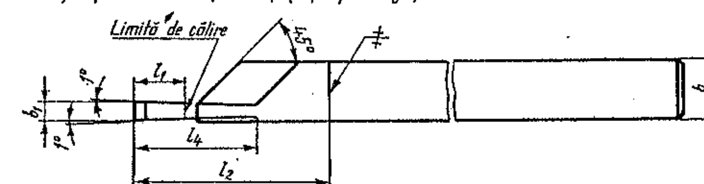
Secţiunea cozii		Lungimea totală L	b_1	c ≈	r	Execuţie		
						monobloc	prin sudură cap la cap	
Forma	$h \times b$					l_1 ≈	l_1 ≈	l_2 ≈
Pătrată	10×10	100	8	6	0,5	20	—	—
	12×12	110	10	7	0,5	20	—	—
	16×16	140	12	8	0,5	—	25	50
Dreptunghiulară	20×12	140	10	7	0,5	—	25	50
	25×16	180	14	8	0,5	—	25	50
	32×20	220	18	10	1	—	35	65
	40×25	280	22	12	1	—	35	65

Observaţii la tabela 8.11. 1. Figurile reprezintă cuţitele fabricate centralizat, fără ascuţirea finală (cu faţete lepuite) a tăişului principal. *2.* Exemplu de notare a unui cuţit încovoiat pentru degroşat, pe dreapta cu secţiunea cozii 20 × 12 mm, cu partea activă din oţel rapid Rp3 şi ascuţirea tip IV: **Cuţit 20 × 12 STAS 352-67/Rp3-IV.** Idem, pentru cuţitul fabricat centralizat (fără ascuţirea finală a tăişului principal): **Cuţit 20 × 12 STAS 352-67/Rp3**

Tabela 8.12. **Cuţit de retezat cu tăiş din oţel rapid pentru strung** STAS (353-67)

Execuţie monobloc (cuţit pe dreapta)





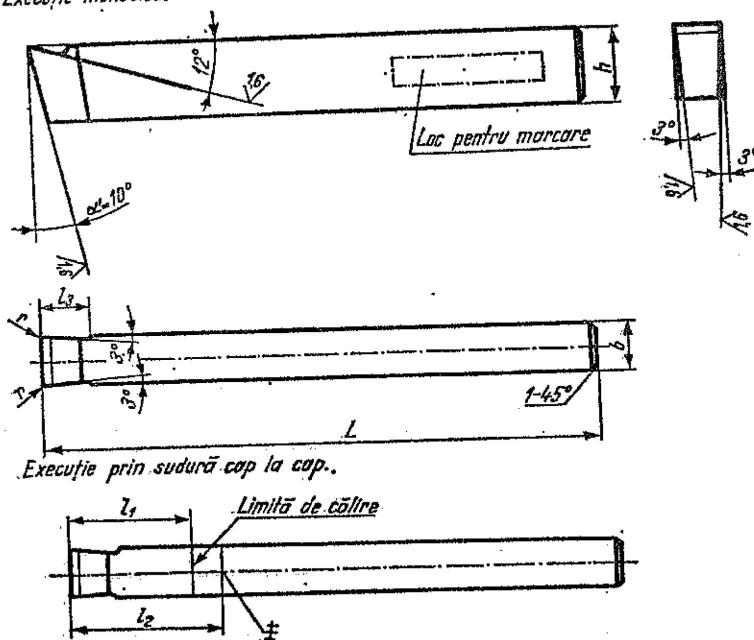
Execuţie prin sudare cap la cap (cuţit pe stînga)

Dimensiuni în mm

Secţiunea cozii		Lungimea totală L	b_1	l_3	l_4	Execuţie			Diametrul maxim de retezare D max.
						monobloc	prin sudare cap la cap		
Forma	$h \times b$					l_1 ≈	l_1 ≈	l_2 ≈	
Pătrată	10×10	100	2,5	5	8	6	—	—	14
	12×12	110	3	8	10	6	—	—	16
Dreptunghiulară	16×10	125	3	12	20	8	—	—	30
	20×12	140	4	12	23	—	10	40	35
	25×16	180	5	20	35	—	12	50	50
	32×20	220	6	25	40	—	16	60	60

Observaţii. 1. Figurile reprezintă cuţitul fabricat centralizat, fără ascuţirea finală (cu faţete lepuite) a tăişului principal. *2.* Exemplu de notare a unui cuţit pentru retezat, pe dreapta, cu secţiunea cozii 25 × 16 mm, cu partea activă din oţel rapid marca Rp3 şi ascuţirea tip II: **Cuţit 25 × 16 STAS 353-67/Rp3-II.** Idem, pentru cuţitul fabricat centralizat (fără ascuţirea finală a tăişului principal): **Cuţit 25 × 16 STAS 353—67/Rp3** Exemplu de notare a unui cuţit pentru retezat, pe stînga, cu secţiunea cozii 25 × 16 mm, cu partea activă din oţel rapid Rp3 şi ascuţirea tip II: **Cuţit 25 × 16 stg STAS 353-67/Rp3-II.**

Tabela 8.13. **Cuţit lat cu tăiş din oţel rapid pentru strung (STAS 355-67)**

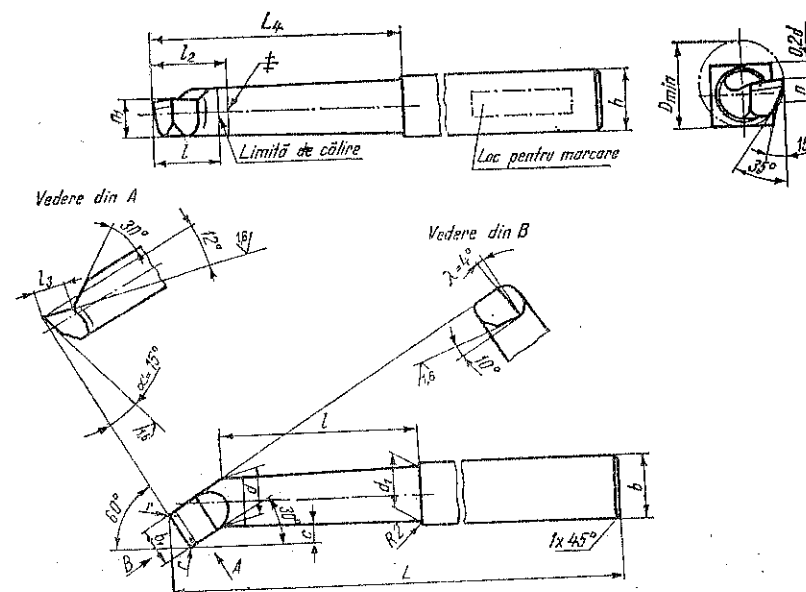


Dimensiuni în mm

Secţiunea cozii		Lungimea totală L	l_3	r	Execuţie		
					monobloc	prin sudare cap la cap	
Formă	$h \times b$				l_1 ≈	l_1 ≈	l_2 ≈
Pătrată	10×10	100	10	0,5	32	—	—
	12×12	110	12	0,5	32	—	—
	16×16	140	16	0,5	—	40	50
Dreptunghiulară	20×20	160	20	0,5	—	40	50
	25×16	180	16	0,5	—	40	50
	32×20	220	20	1	—	50	60
	40×25	280	25	1	—	60	70

Observaţii. 1. Figurile reprezentă cuţitele fabricate centralizat fără ascuţirea finală (cu faţete lepuite) a tăişului principal. 2. Exemplu de notare a unui cuţit lat, avînd secţiunea cozii 25 × 16 mm, cu partea activă din oţel rapid Rp3 şi ascuţirea tip II: **Cuţit 25 × 16 STAS 355-67/Rp3/-II** Idem, pentru cuţitul fabricat centralizat (fără ascuţirea finală a tăişului principal): **Cuţit 25×16 355-67/Rp3**

Tabela 8.14. **Cuţit de interior cu tăiş din oţel rapid pentru strung (STAS 356-67)**

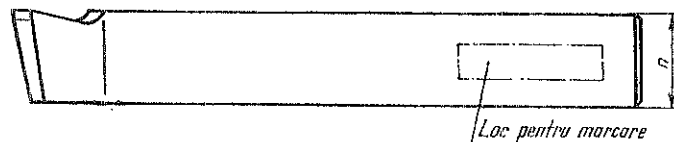


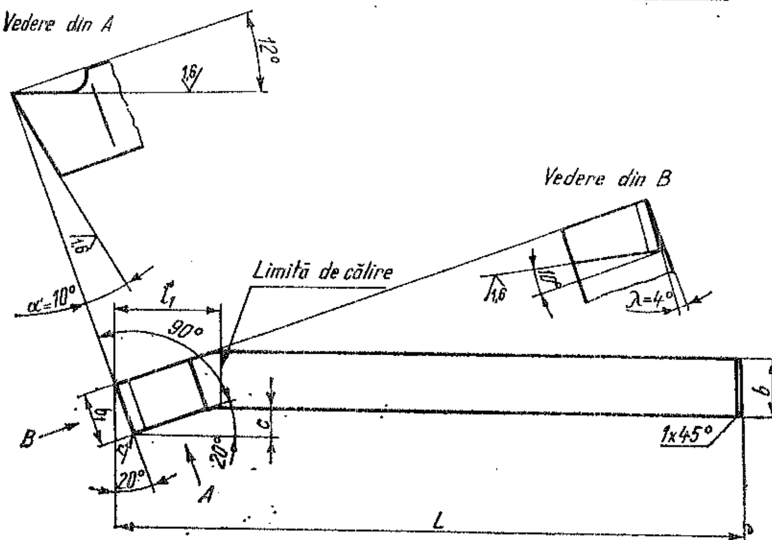
Dimensiuni în mm

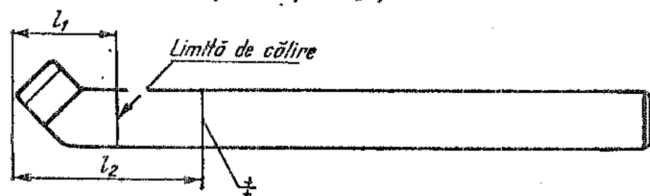
Secţiunea cozii		Lungimea totală L	l	l_1 ≈	l_2 ≈	l_3	l_4	d	d_1	c ≈	n ≈	n_1 ≈	b_1	r	Diametrul minim al găurii pentru care poate fi folosit cuţitul D min.
Forma	$h \times b$														
Pătrată	16×16	180	37	25	50	8	63	12	14	6	5	8	8	1,5	22
	20×20	220	64	25	50	12	80	16	19	8	7	11,2	12	1,5	30
	25×25	250	79	32	65	16	100	20	26	10	9	15,2	14	2	36

Observaţie. 1. Figura reprezintă cuţitul fabricat centralizat, fără ascuţirea finală (cu faţete lepuite) a tăişului principal. 2. Exemplu de notare a unui cuţit pentru interior, avînd secţiunea cozii 20 × 20 mm, cu partea activă din oţel rapid Rp3 şi ascuţirea tip II: **Cuţit 20 × 20 STAS 356-67/Rp3-II.** Idem, pentru cuţitul fabricat centralizat (fără ascuţirea finală a tăişului principal): **Cuţit 20 × 20 STAS 356-67/Rp3.**

Tabela 8.15. **Cuţit frontal cu tăiş din oţel rapid pentru strung (STAS 358-67)**







Dimensiuni în mm

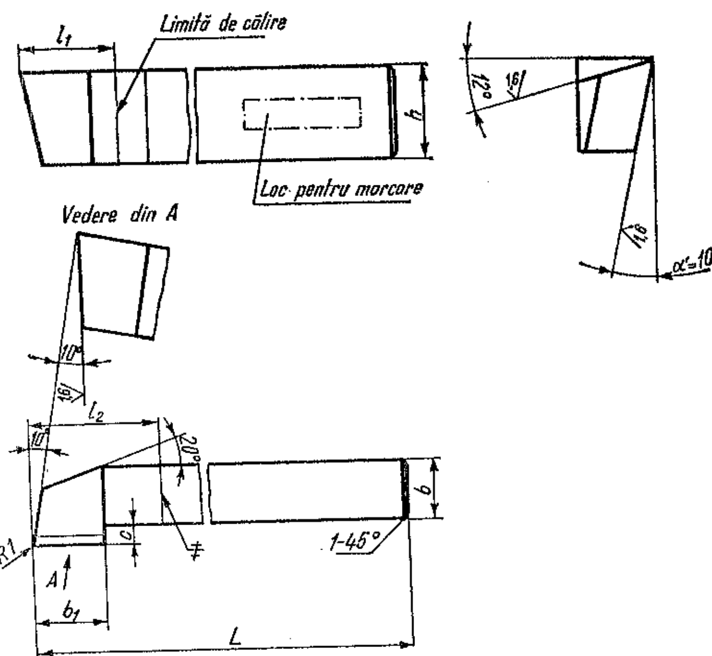
Forma	$h \times b$	c ≈	L	b_1	r	Execuţie: monobloc l_1 ≈	Execuţie: prin sudare cap la cap l_1 ≈	Execuţie: prin sudare cap la cap l_2 ≈
Pătrată	10×10	4	100	8	0,5	20	—	—
	12×12	5	110	10	0,5	20	—	—
	16×16	6	140	12	0,5	—	25	50

Tabela 8.15 (continuare)

Forma	$h \times b$	c ≈	L	b_1	r	Execuţie: monobloc l_1 ≈	Execuţie: prin sudare cap la cap l_1 ≈	Execuţie: prin sudare cap la cap l_2 ≈
Dreptunghiulară	20×12	6	140	10	0,5	—	25	50
	25×16	8	180	14	0,5	—	25	50
	32×20	10	220	18	1	—	35	65
	40×25	12	280	22	1	—	50	80

Exemplu de notare a unui cuţit frontal pe dreapta, avînd secţiunea cozii 40 × 25 mm, cu partea activă din oţel rapid Rp3 şi ascuţirea tip I: **Cuţit 40 × 25 STAS 358-67/Rp3-1**

Tabela 8.16. **Cuţit lateral cu tăiş din oţel rapid pentru strung (STAS 359-67)**

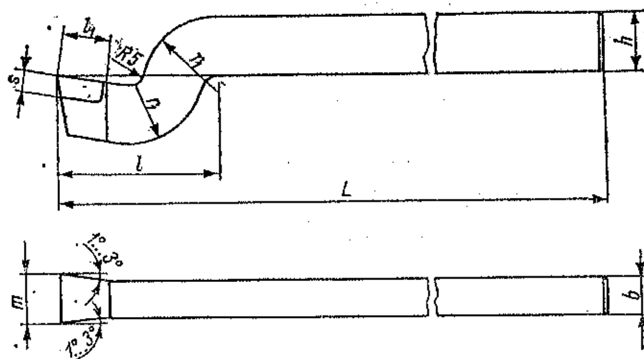


Dimensiuni în mm

Forma	$h \times b$	Lungimea totală L	b_1	l_1 ≈	l_2 ≈	≈
Dreptunghiulară	20×12	110	16	25	35	5
	25×16	180	20	30	40	6
	32×20	220	25	35	45	7
	40×25	280	30	40	50	9

Observaţii la tabela 8.16. 1. Figura reprezintă cuţitul fabricat centralizat, fără ascuţirea finală (cu faţete lepuite) a tăişului principal. *2.* Exemplu de notare a unui cuţit lateral, pe dreapta, avînd secţiunea cozii 40 × 25 mm, cu partea activă din oţel rapid Rp3 şi ascuţirea tip II: **Cuţit 40 × 25 STAS 359-67/Rp3-II.** Idem, pentru cuţitul fabricat centralizat (fără ascuţirea finală a tăişului principal): **Cuţit 40 × 25 STAS 359-67/Rp3.** *3.* Exemplu de notare a unui cuţit lateral, pe stînga, avînd secţiunea cozii 40 × 25 mm, cu partea activă din oţel rapid Rp3 şi ascuţirea tip II: **Cuţit 40 × 25 stg STAS 359-67/Rp3-II.**

Tabela 8.17. **Cuţit lat cu tăiş din oţel rapid pentru raboteză (STAS 363/1-76)**

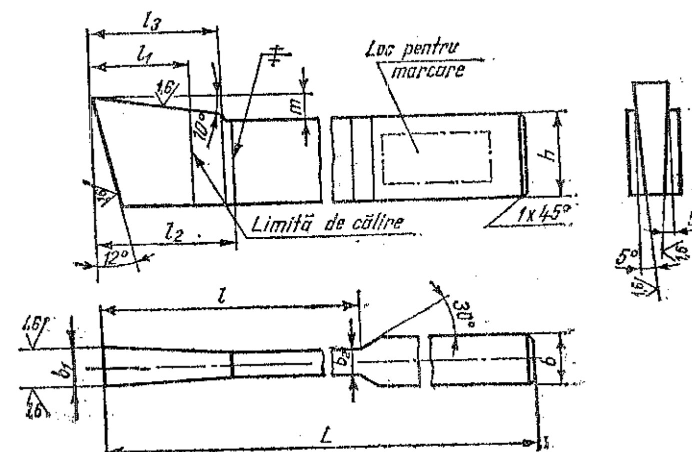


Dimensiuni în mm

Secţiunea cozii $h \times b$	L	l min.	r_1 ≈	l_1 ≈	s	m
25 × 16	220	50	30	12	6	16
32 × 20	280	63	37	16	8	20
40 × 25	340	80	45	20	10	25
50 × 32	400	100	55	25	12	32
63 × 40	500	125	68	30	16	40

Exemple de notare a unui cuţit lat, avînd secţiunea cozii 25×26, cu partea activă din oţel rapid Rp3: **Cuţit 25×16 STAS 363/3-76/Rp3.**

Tabela 8.18. **Cuţit de canelat cu tăiş din oţel rapid pentru morteză (STAS 361-67)**

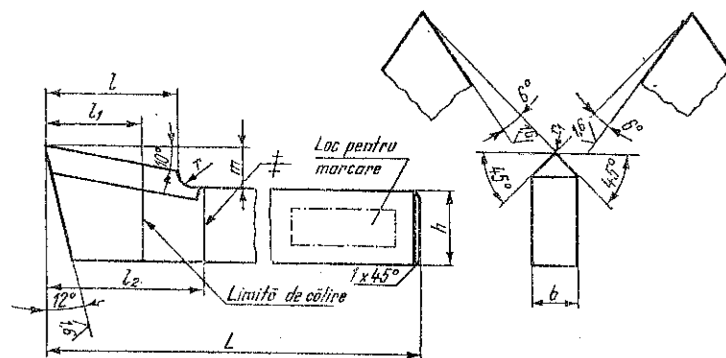


Dimensiuni în mm

Secţiunea cozii Forma	Secţiunea cozii $h \times b$	L	l	l_1 ≈	l_2 ≈	l_3 ≈	m ≈	b_1	b_2
Dreptunghiulară	16×10	150	40 40	20 20	30 30	20 20	4 4	4 5	4 4
	20×12	250	60 60	20 25	30 40	20 30	4 6	6 8	4,5 6,5
	25×16	300	80 80	30 30	45 45	35 35	7 7	10 12	8,5 10
	32×20	350	100 100	35 35	50 50	40 40	8 8	14 16	11 14
	40×25	400	120	45	60	50	11	18	16
	50×32	500	150 180	45 45	60 60	50 50	11 11	20 24	18 22
	63×40	600	250	55	70	60	13	28	52

Observaţii. 1. Figura reprezintă cuţitul fabricat centralizat, fără ascuţirea finală (cu faţete lepuite) a tăişului principal. *2.* Exemplu de notare a unui cuţit pentru canelat, avînd secţiunea cozii 25 × 16 mm şi lăţimea b_1 = 10 mm, cu partea activă din oţel rapid Rp3 şi ascuţirea tip II: **Cuţit 25 × 16 × 10 STAS 361-67/Rp3-II.** Idem, pentru un cuţit fabricat centralizat (fără ascuţirea finală a tăişului principal): **Cuţit 25×16×10 STAS 361-67/Rp3.**

Tabela 8.19. **Cuţit bilateral de degroşat cu tăiş din oţel rapid pentru morteză (STAS 362-67)**



Dimensiuni în mm

Secţiunea cozii		L	l	l_1 ≈	l_2 ≈	m ≈	r	r_1
Forma	h×b							
Dreptunghiulară	20×12	250	35	40	50	11	5	1,5
	25×16	300	40	45	55	14	7	1,5
	32×20	350	45	50	60	17	10	2
	40×25	450	55	55	65	20	12	2
	50×32	500	60	65	70	24	12	3

Observaţii. 1. Figura reprezintă cuţitul fabricat centralizat, fără ascuţirea finală (cu **faţete lepuite**) a tăişului principal. *2.* Exemplu de notare a unui cuţit pentru degroşare, avînd **secţiunea cozii 20 × 12 mm**, cu partea activă din oţel rapid Rp3 şi ascuţirea tip II: **Cuţit 20 × 12 STAS 362-67/Rp3-II.** Idem, pentru cuţitul fabricat centralizat (fără ascuţirea finală a tăişului principal): **Cuţit 20 × 12 STAS 362-67/Rp3.**

Tabela 8.20. **Cuţite de strung cu plăcuţe din carburi metalice**

Dimensiuni în mm

Cuţit drept pentru degroşat ISO nr. 1 STAS 6376-67					Cuţit încovoiat pentru degroşat ISO nr. 2 STAS 6377-67				Cuţit pentru finisat — STAS 6378-67			Cuţit pentru colţ ISO nr. 3 STAS 6379-67					Cuţit lat ISO nr. 4 STAS 6380-67			
h × b	C	R	Plăcuţă Dr	Plăcuţă St.	h × b	C	R	Plăcuţă	h × b	R	Plăcuţă	h × b	C	R	Plăcuţă Dr.	Plăcuţă St.	h×b	l_1	R	Plăcuţă
10×10	4	0,5	A8	B8	10×10	6	0,5	C8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12×12	5	0,5	A10	B10	12×12	7	0,5	C10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16×16	6	0,5	A12	B12	16×16	8	0,5	C12	16×10	0,5	E5	16×10	5	0,5	A8	A8	—	—	—	—
20×20	8	0,5	A16	B16	20×20	10	0,5	C16	20×12	1	E6	20×12	6	0,5	A10	A10	20×12	20	0,5	C12
25×25	10	1	A20	B20	25×25	12	1	C20	25×16	1	E8	25×16	8	0,5	A12	A12	25×16	25	0,5	C16
32×32	12	1	A25	B25	32×32	14	1	C25	32×20	1,5	E10	32×20	10	0,5	A16	A16	32×20	32	0,5	C20
40×40	16	1	A32	B32	40×40	18	1	C32	40×25	2	E12	40×25	12	1	A20	A20	40×25	40	1	C25
50×50	20	1,6	A40	B40	50×50	22	1,6	C40	—	—	—	40×32	14	1	A25	A25	50×32	50	1	C32

Tabela 20.8 (continuare)

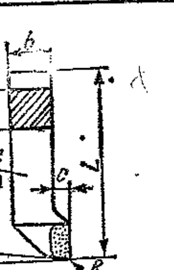
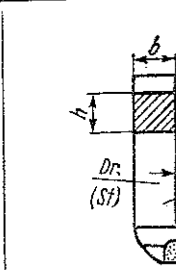
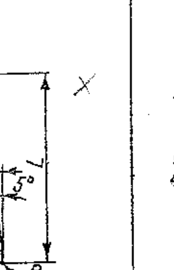
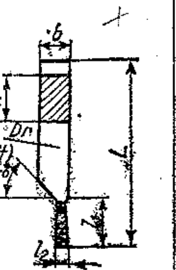
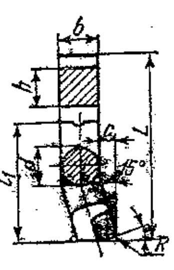
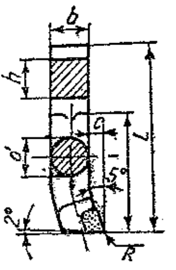
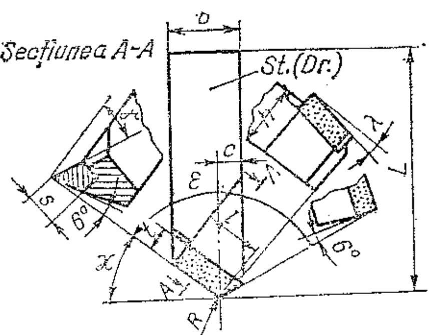
Cuțit lateral ISO nr. 6 STAS 6381-67					Cuțit frontal ISO nr. 5 STAS 6382-67					Cuțit pentru canelat ISO nr. 7 STAS 6383-67				Cuțit pentru colț interior ISO nr. 8 STAS 6384-67						
										 								Cuțit pentru colț interior ISO nr. 9 STAS 6385-67 		
h×b	C	R	Plăcuță Dr.	Plăcuță St.	h×b	C	R	Plăcuță Dr.	Plăcuță St.	h×b	l_1	l_2	Plăcuță	h×b	d	C	l_1	R	Plăcuță	Diametrul minim al găurii
10×10	4	0,5	A8	B8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8×8	8	3	40	0,5	A5	14
12×12	5	0,5	A10	B10	—	—	—	—	—	12×8	12	3	D3	10×10	10	4	50	0,5	A6	18
16×16	6	0,5	A12	B12	16×16	8	0,5	B12	A12	16×10	14	4	D4	12×12	12	5	63	0,5	A8	21
20×20	8	0,5	A16	B16	20×20	10	0,5	B16	A16	20×12	16	5	D5	16×16	16	6	80	0,5	A10	27
25×25	10	1	A20	B20	25×25	12	1	B20	A20	25×16	20	6	D6	20×20	20	8	100	0,5	A12	34
32×32	12	1	A25	B25	32×32	16	1	B25	A25	32×20	25	8	D8	25×25	25	10	125	1	A16	43
40×40	14	1	A32	B32	40×40	20	1	B32	A32	40×25	32	10	D10	32×32	32	12	160	1	A20	52
50×50	18	1,6	A40	B40	50×50	25	1,6	B40	A40	50×32	40	12	D12	—	—	—	—	—	—	—

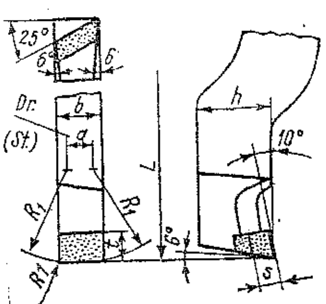
Tabela 8.21. **Cuțite de raboteză cu plăcuțe din carburi metalice**

Dimensiuni în mm

Cuțit pentru degroșare



Cuțit pentru semifinisare

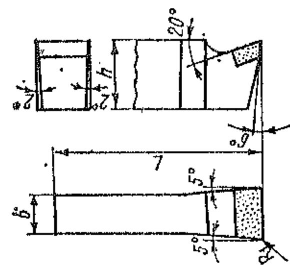


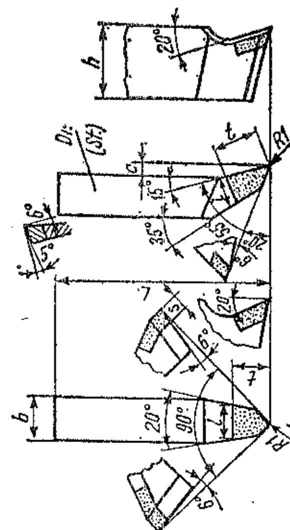
Dimensiuni comune			Cuțit pentru secțiuni mici și mijlocii de așchii					Cuțit pentru secțiuni mari de așchii					Cuțit pentru mașini mari și secțiuni mari				
h×b	L	R	x°	ε°	L	t	s	x°	ε°	L	t	s	x°	ε°	L	t	s
25×25	220	2	60	100	20	12	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32×32	250	3	60	100	25	14	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40×40	315	3	60	100	32	16	12	45	115	28	16	12	30	115	38	16	16
50×50	355	4	60	100	40	18	14	45	115	36	18	14	30	115	48	18	16
63×63	400	4	60	100	48	18	16	45	115	46	18	16	30	115	60	20	16
80×80	450	5	—					—					30	115	75	20	16
C			0,5 b										0,2 b				

h×b	L	a	R	i	s
25×16	180	8	32	10	6
32×20	220	10	40	12	7
40×25	280	12	50	16	8
63×40	355	16	80	20	10

Tabela 8.21 (continuare)

Cuțite pentru finisat





Dimensiuni comune		Cuțit cu vîrf ascuțit			Cuțit încovoiat, cu vîrf ascuțit				Cuțit drept, lat		
h×b	L	l	t	s	c	l	t	s	h×b	L	Plăcuța
25×16	180	8	16	6	6	8	16	6	25×16	180	C20
32×20	220	12	20	7	8	10	20	7	32×20	220	C25
									40×35	280	C32
40×25	280	14	25	8	10	14	25	8	63×40	355	C40

1.5.2. **Cuțite speciale.** Din această categorie fac parte *cuțitele profilate prismatice* (fig. 8.13) și *cuțitele profilate disc* (fig. 8.14), care se folosesc de obicei la prelucrări pe strungurile-revolver și strungurile-revolver automate, precum și *cuțitele de strung obișnuite pentru rotunjiri concave sau convexe, pentru raze* etc., (v. tabelele 8.22...8.27).

Cuțitele profilate prismatice se recomandă, în general, pentru prelucrarea pieselor cu profile mari.

Unghiul de așezare α la cuțitele profilate prismatice (tabela 8.22) și disc se ia:

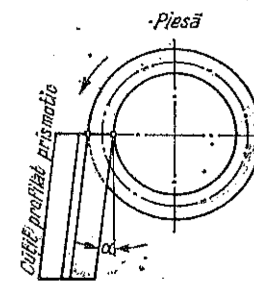


Fig. 8.13.

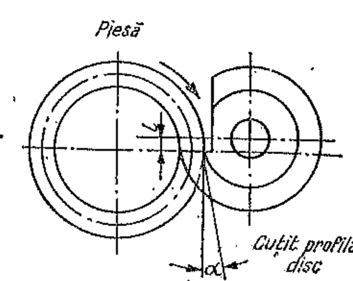


Fig. 8.14

circa 6°	pentru fontă;
circa 8°	pentru oțel tare;
circa 10°	pentru oțel moale;
circa 12—18°	pentru alamă, cupru etc.

La cuțitele profilate prismatice, unghiul de așezare este asigurat prin poziția de fixare a cuțitului în suportul său.

Pentru cuțitele profilate disc, centrul cuțitului se așază deasupra axei piesei, la o distanță anumită i, astfel ca vîrful lui să fie la înălțimea centrului piesei.

Unghiul de degajare γ pentru oțel variază între 0° și 20°, iar pentru cupru și aluminiu, pînă la 30°.

În cele ce urmează sînt arătate o serie de cuțite speciale pentru operații de stunjire cu specificarea dimensiunilor și a celorlalte elemente geometrice constructive.

În tabela 8.23 sînt indicate valorile pentru i și t_2 la cuțitele profilate disc cu diametrul D de 30, 40, 50 și 65 mm.

Este de remarcat că dimensiunea t_2 a sculei nu este egală cu dimensiunea t_1 a piesei.

La reascuțire trebuie ca distanța i să rămînă neschimbată.

1.5.3. **Cuțite pentru răsucirea așchiei.** În fig. 8.15 sînt arătate cîteva tipuri de cuțite pentru răsucirea așchiilor la strunjirea materialelor tenace.

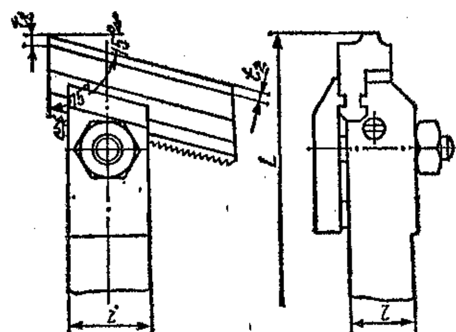


Tabela 8.22. **Cuțit profilat prismatic**

Dimensiunile cuțitului

l	i	L	t_2
16	25	250	$t_1 \cos 15° = 0{,}966\ t_1$

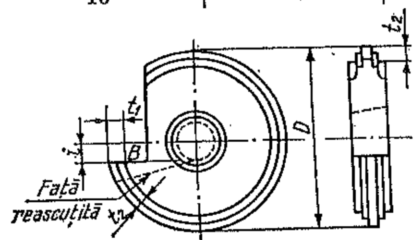


Tabela 8.23. **Cuțit profilat disc**

Dimensiunile, mm	D			
	30	40	50	65
i	3	4	5	6,5
t_2	$t_1 - \frac{3t_1}{150-10t_1}$	$t_1 - \frac{t_1}{50-2{,}5\,t_1}$	$t_1 - \frac{t_1}{50-2t_1}$	$t_1 - \frac{13\,t_1}{650-20t_1}$

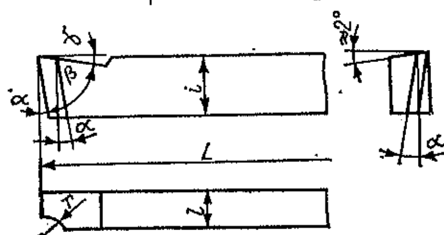
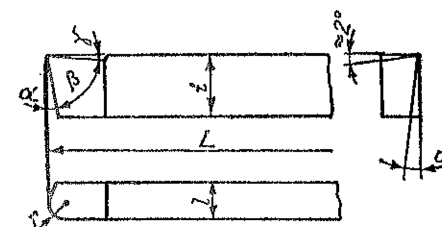


Tabela 8.24. **Cuțit pe dreapta pentru rotunjiri convexe**

Dimensiunile în mm

Dimensiunile cuțitului			Unghiurile tăișului			Raza					
l	i	L	α	β	γ	r					
10	**16**	**200**	8°	80°	2°	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8
16	**25**	**250**				1	1,25	1,5	2	2,5	3
20	**32**	**300**				4	5	6	8	10	12
32	**32**	**300**				15	18	20	22	25	

Tabela 8.25. **Cuțit pe dreapta pentru rotunjiri concave**



Dimensiunile în mm

Dimensiunile cuțitului			Unghiurile tăișului			Raza						
l	i	L	α	β	γ	r						
10	**16**	**200**				0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1
16	**25**	**250**				1,25	1,5	2	2,5	3	4	5
20	**32**	**300**	8°	80°	2°	6	8	10	12	15		

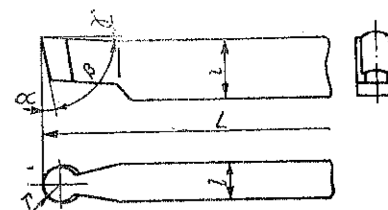


Tabela 8.26. **Cuțit pentru raze**

Dimensiunile în mm

Dimensiunile cuțitului			Unghiurile tăișului			Raza		
l	i	L	α	β	γ	r		
10	**16**	**200**				2,5	3	4
16	**25**	**250**	8°	80°	2°	5		8

Tabela 8.27. **Cuțit cu cap ciupercă**

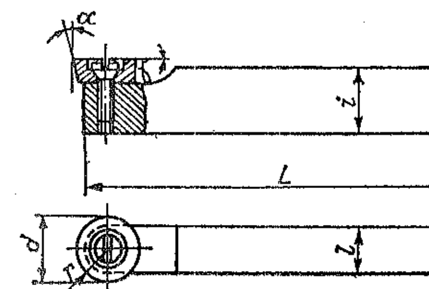


Tabela 8.27. (continuare)

Dimensiunile în mm

Dimensiunile cuțitului			Unghiurile tăișului			Utilizare		Discul cilindric			
l	*i*	*L*	Forma	α	β	Forma	pentru	*d*	*r*	*d*	*r*
16	**25**	**250**	A	6°	0°	A	Oțel moale	12	6	30	15
20	**30**	**300**	B	8°	0°	B	Fontă și metale moi	16	8	36	10
32	**50**	**450**						20	10	40	20

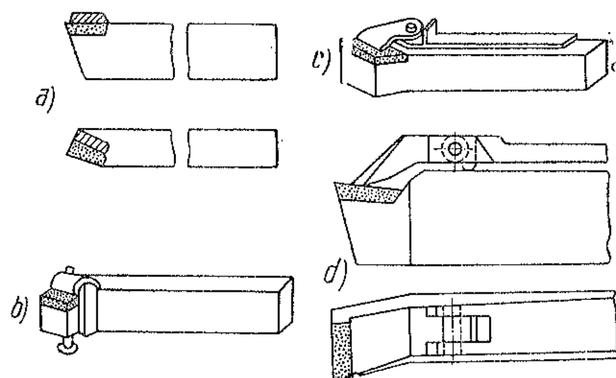


Fig. 8.15. Cuțite pentru răsucirea așchiei:
a — cuțit normal prevăzut cu dispozitive sudate pentru favorizarea răsucirii și evacuării așchiei în formă de spirală; *b* — cuțit cu juguleț; *c* — cuțit cu dispozitiv demontabil pentru așchii spirale, folosit la lucrări ușoare; *d* — cuțit cu dispozitiv demontabil pentru așchii spirale, folosit la lucrări ușoare; *d* — cuțit cu dispozitiv demontabil pentru așchii spirale, la lucrări grele.

1.6. PLĂCUȚE PENTRU CUȚITE DE STRUNG, RABOTEZĂ ȘI MORTEZĂ

1.6.1. Generalități. Pentru o reducere a consumului de oțeluri speciale de scule, corpul cuțitului se execută din oțeluri obișnuite (oțel carbon pentru scule, cu $\sigma_r = 60...80$ kgf/mm² sau oțel carbon de construcție, cu $\sigma_r = 70$ kgf/mm²). Pe capul acestor cuțite se fixează prin diferite procedee (de exemplu, sudare, lipire, fixare mecanică) plăcuțe din oțel special de scule, plăcuțe din carburi metalice sau plăcuțe din materiale ceramice.

a. **Plăcuțele din oțel special de scule** se confecționează de obicei din bare laminate și uneori din bare forjate.

Tăierea plăcuțelor din aceste bare se face ținînd seamă de orientarea fibrelor de laminare sau forjare și astfel ca una dintre muchiile de tăiere din bară să reprezinte tăișul cuțitului.

b. **Plăcuțele din carburi metalice** se confecționează în mod obișnuit din pulbere de carbură de wolfram; aceasta se presează împreună cu o pulbere de cobalt (ca liant) în forme tipizate, la presiunea de 2—3 tf/cm². Bucățile astfel presate se usucă timp de cîteva ore la temperatura de circa 120°C, după care urmează o coacere în cuptoare electrice la 400°C. La această temperatură cobaltul se topește și se leagă strîns cu carburile de wolfram. Plăcuțele din carburi metalice nu necesită nici un fel de tratament termic, deoarece au o duritate de 87—88 *HRC*. Cuțitele armate cu plăcuțe din carburi metalice permit viteze de așchiere de 2—4 ori mai mari decît cele care se obțin cu ajutorul cuțitelor prevăzute cu plăcuțe din oțel special de scule. Carburile metalice au însă dezavantajul că sînt fragile și nu rezistă la așchieri cu lovituri brușe.

Pentru prelucrarea oțelului se recomandă aliajele cu wolfram și titan; carburile metalice fără titan se folosesc în special la prelucrarea metalelor fragile (de exemplu, metale neferoase, fontă, mase plastice).

c. **Plăcuțele din materiale ceramice** înlocuiesc uneori plăcuțele din carburi metalice care necesită metale costisitoare și greu de procurat (wolfram, cobalt, titan). Aceste plăcuțe se confecționează de obicei din oxid de aluminiu aglomerat, care are cea mai mare rezistență la uzură dintre materialele ceramice.

Cuțitele cu plăcuțe din materiale ceramice permit strunjirea pieselor cu viteze mai mari (de exemplu, 1 400 și 1 845 m/min) decît cuțitele cu plăcuțe din carburi metalice și își mențin proprietățile de așchiere pînă la 1 100°C.

Plăcuțele din materiale ceramice sînt însă mai fragile decît cele din carburi metalice, din care cauză se recomandă în special la prelucrări de finisare și de semifinisare ale oțelului și fontei, precum și la prelucrarea metalelor neferoase și a oțelurilor cu rezistență pînă la 130 kgf/mm². Prelucrarea se poate face fără lichide de răcire și de ungere; dacă procesul tehnologic impune răcirea pieselor, atunci este necesar să se asigure un debit mare de lichid pe plăcuța cuțitului.

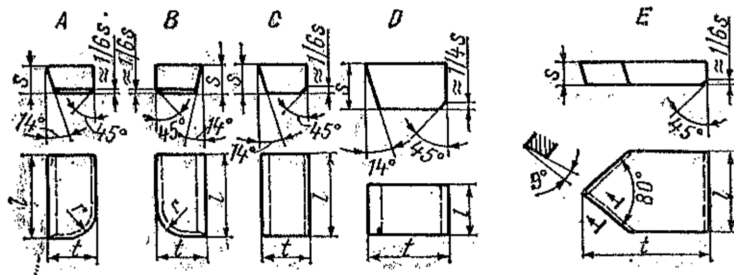
1.6.2. Forme și utilizări. Plăcuțe din carburi metalice se execută în cinci forme: A, B, C, D și E. Dimensiunile acestor plăcuțe sînt arătate în tabela 8.28 (STAS 6373-61), iar grupele de utilizare a materialului plăcuțelor, în tabela 8.29 (STAS 6374-61).

b. **Plăcuțele din materiale ceramice** fiind încă în curs de experimentare, n-au forme standardizate.

1.6.3. Fixarea plăcuțelor. a. Plăcuțe din oțel special de scule. Aplicarea plăcuțelor pe corpul cuțitelor se face, de obicei, prin lipire rezistentă la călire sau prin sudare și, uneori, prin fixare mecanică. Lipirea cu bucăți mici de tablă de cupru este recomandabilă numai cînd temperatura de călire a plăcuții este foarte apropiată de temperatura de topire a tablei de cupru. Fixarea mecanică prezintă avantajele scurtării timpului de montare și eliminării încălzirii plăcii la temperaturile de lipire sau sudare.

Tabela 8.28. **Dimensiunile şi formele plăcuţelor din carburi metalice pentru cuţite de strung, mm STAS (6373/1–73)**

Dimensiuni în mm



Exemplu de notare a unei plăcuţe din carburi metalice de forma C şi de mărime 20 (lungime nominală $l = 20$ mm), pentru grupa de utilizare a materialului plăcuţei P 20 (conform STAS 6374–61): **Plăcuţă C 20 STAS 6373/1–73/P 20**

Mărimea plăcuţei (l nominal)	A şi B				C			D			E		
	l	t	s	r	l	t	s	l	t	s	l	t	s
3	—	—	—	—	—	—	—	3,5	8	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	4,5	10	4	1	10	2,5
5	5	3	2	2	5	3	2	5,5	12	5	5	12	3
6	6	4	2,5	2,5	6	4	2,5	6,5	14	6	6	14	3,5
8	8	5	3	3	8	5	3	8,5	16	8	8	16	4
10	10	6	4	4	10	6	4	10,5	18	10	10	18	5
12	12	8	5	5	12	8	5	12,5	20	12	12	20	6
16	16	10	6	6	16	10	6	—	—	—	16	22	7
20	20	12	7	7	20	12	7	—	—	—	20	25	8
25	25	14	8	8	25	14	8	—	—	—	25	28	9
32	32	18	10	10	32	18	10	—	—	—	32	32	10
40	40	22	12	12	40	22	12	—	—	—	—	—	—
50	50	25	14	14	50	25	14	—	—	—	—	—	—

Tabela 8.29. **Grupe de utilizare a carburilor metalice pentru plăcuţe.**

Grupe principale de utilizare

Simbolul grupei principale de utilizare	Culoarea distinctivă	Materiale prelucrate
P	Albastru	**Materiale feroase cu aşchii lungi** Oţel, oţel turnat, fontă maleabilă cu aşchii lungi
M	Galben	**Materiale feroase cu aşchii lungi sau scurte şi metale neferoase** Oţel, oţel manganos, oţel austenitic, oţel pentru automate, oţel turnat, fontă cenuşie, fontă cenuşie aliată, fontă cu grafit nodular, fontă maleabilă, metale neferoase

Tabela 8.29 (continuare)

Grupe principale de utilizare

Simbolul grupei principale de utilizare	Culoarea distinctivă	Materiale prelucrate
K	Vişiniu	**Materiale feroase cu aşchii scurte, metale neferoase şi materiale nemetalice** Fontă cenuşie, fontă maleabilă cu aşchii scurte, fontă dură turnată în cochilie, oţel aliat, oţel cu rezistenţă joasă, metale neferoase, materiale plastice, lemn, materiale nemetalice

Grupele de utilizare

Grupa principală de utilizare	Grupa de utilizare	Materialul prelucrat	Domeniu de utilizare	Procedeu de prelucrare şi condiţiile procesului de aşchiere	
P	P 01	Oţel, oţel turnat	Finisare şi finisare fină	Strunjire exterioară şi interioară. Viteze de aşchiere foarte mari, avansuri mici Utilizare condiţionată de o structură bună a materialului, fără incluziuni de zgură şi retasuri, fără întreruperi. În sisteme tehnologice fără vibraţii se poate obţine o precizie dimensională şi o netezime a suprafeţei foarte înalte	1 2
	P 10	Oţel, oţel turnat	Degroşare şi finisare	Strunjire, strunjire prin copiere, filetare, frezare de finisare. Viteze de aşchiere mari, avansuri mici până la mijlocii ($s < 1$ mm/rot) Utilizare condiţionată de o adâncime uniformă şi fără întreruperi	
	P 20	Oţel, oţel turnat, fonta maleabilă cu aşchii lungi	Degroşare şi finisare	Strunjire, strunjire prin copiere, frezare Viteze de aşchiere mijlocii, avansuri mijlocii ($s < 2$ mm/rot) Rabotare cu avansuri mici. Frezare, găurire adâncă, alezare, lărgire	
	P 30	Oţel, oţel turnat, fontă maleabilă cu aşchii lungi	Degroşare şi finisare	Strunjire cu viteze de aşchiere mijlocii până la mici, avansuri mijlocii până la mari ($s < 3$ mm/rot), de asemenea în condiţii grele de lucru Frezare, rabotare, găurire adâncă	

Tabela 8.29 (continuare)

Grupa principală de utilizare	Grupa de utilizare	Materialul prelucrat	Domeniu de utilizare	Procedeu de prelucrare şi condiţiile de aşchiere	
P	P 40	Oţel, oţel turnat (de asemenea cu incluziuni de nisip şi retasuri)	Degroşare	Strunjire cu viteze de aşchiere mici, avansuri mari ($s <$ < 3 mm/rot), de asemenea în condiţii grele de lucru Rabotare, mortezare, de asemenea pentru prelucrări pe maşini automate	↑ 1, 2 ↓
	P 50	Oţel, oţel turnat cu rezistenţă mijlocie sau joasă (de asemenea cu incluziuni de nisip şi retasuri)	Degroşare	Strunjire cu viteze de aşchiere mici, avansuri mari ($s <$ <4mm/rot), de asemenea în condiţiile cele mai grele de lucru pentru care tenacitatea carburilor metalice este esenţială Rabotare, mortezare, prelucrări pe maşini automate	
M	M 10	Oţel, oţel turnat, oţel manganos, oţel inoxidabil, fontă cenuşie (de asemenea şi cea aliată), metale neferoase	Degroşare	Sortiment de utilizare universală, rezistent la uzură Strunjire cu viteze de aşchiere mijlocii pînă la mari, avansuri mici pînă la mijlocii	↑ 1, 2 ↓
	M 20	Oţel, oţel turnat, oţel austenitic, oţel manganos, fontă cenuşie, fontă cu grafit nodular, fontă maleabilă	Degroşare şi finisare,	Sortiment de utilizare universală, rezistent la uzură Strunjire, frezare Viteze de aşchiere mijlocii, avansuri mijlocii	
	M 30	Oţel, oţel turnat, oţel austenitic, oţeluri rezistente la temperaturi înalte, fontă cenuşie	Degroşare	Sortiment de utilizare universală, rezistent la uzură Strunjire, frezare, rabotare Viteze de aşchiere mijlocii, avansuri mijlocii Datorită tenacităţii sale mari, acest sortiment este indicat şi pentru maşini-unelte mai puţin rigide, precum şi pentru prelucrarea pieselor turnate cu retasuri şi incluziuni de nisip	
	M 40	Oţel moale pentru automate, oţel cu rezistenţă mică, metale neferoase	Degroşare şi finisare	Strunjire, strunjire profilată, retezare, în deosebi pe maşini automate	

Tabela 8.29 (continuare)

Grupa principală de utilizare	Grupa de utilizare	Materialul prelucrat	Domeniu de utilizare	Procedeu de prelucrare şi condiţiile procesului de aşchiere	
K	K 01	Oţel călit, fontă dură turnată în cochilie cu duritate $HRC < 60$, fontă cenuşie dură, aliaje de aluminiu cu conţinut înalt de siliciu, materiale plastice cu intensă acţiune abrazivă, carton tare, materiale ceramice	Finisare fină şi finisare	Strunjire exterioară şi interioară, frezare, răzuire	↑ 1, 2 ↓
	K 10	Oţel călit, fontă cenuşie cu duritate $HB \geqslant$ $\geqslant 220$, fontă maleabilă cu aşchii scurte, aliaje de cupru, aliaje de aluminiu cu conţinut de siliciu, materiale plastice, cauciuc dur, carton tare, sticlă, porţelan, roci	Degroşare [f]inisare	Strunjire, burghiere, lărgire, alezare, frezare, broşare, răuire	
	K 20	Fontă cenuşie cu duritate $HB \leqslant 220$, cupru, alamă, aluminiu şi alte metale neferoase, lemn stratificat cu intensă acţiune abrazivă	Degroşare şi finisare	Strunjire, rabotare, lărgire, alezare, frezare, broşare Cazuri cînd se cere o tenacitate mare a carburilor metalice	
	K 30	Fontă cenuşie cu duritate mai joasă, oţel cu rezistenţă mai joasă, lemn stratificat	Degroşare şi finisare	Strunjire, rabotare, mortezare Cazuri cînd se cere o tenacitate mare a carburilor metalice, precum şi în condiţii grele de lucru	
	K 40	Metale neferoase, lemn moale şi lemn tare în stare naturală	Degroşare şi finisare	Strunjire, rabotare, mortezare Cazuri cînd se cere o tenacitate foarte mare a carburilor metalice, precum şi în condiţii grele de lucru	

Observaţii. 1. Prin condiţii grele de lucru se înţeleg cazurile cînd materialul prelucrat este neomogen, prezintă coajă de turnare sau forjare, duritate variabilă, adîncime de aşchiere variabilă, întreruperi, prelucrare cu vibraţii, bătaie la piese cu secţiune rotundă etc. 2. Sensul săgeţii 1 indică sensul crescător al vitezelor de aşchiere şi rezistenţei la uzură a carburilor metalice pentru diferite grupe de utilizare. Sensul săgeţii 2 indică sensul crescător al avansurilor şi tenacităţii carburilor metalice pentru diferitele grupe de utilizare. 3. În cazul cînd este absolut necesar a forma o grupă intermediară între două grupe de utilizare consecutive cuprinse în tabelul 2, simbolul grupei respective va avea ca ultimă cifră 5. De exemplu, grupa intermediară între grupele de utilizare P 20 şi P 30 va fi simbolizată P 25. Se admite o singură grupă intermediară între două grupe de utilizare consecutive. 4. Se admite o diferenţiere pentru carburile metalice, din grupa de utilizare P 01 în ce priveşte tenacitatea şi rezistenţa la uzură. Diferenţierea se face prin adăugirea la simbolul grupei a cifrelor 1 la 4, ordinea crescătoare indicînd creşterea tenacităţii. Simbolurile respective vor fi în acest caz: P 01,1; P 01,2; P 01,3; P 01, 4.

b. **Plăcuțe din carburi metalice.** Aplicarea acestor plăcuțe pe corpul cuțitelor se poate face prin lipire și uneori prin fixare mecanică (fig. 8.16). Pentru lipire se folosește de obicei o tablă de cupru electrolitic de 0,1–0,5 mm, care poate fi găurită ca o sită (fig. 8.17). Plăcuța trebuie să fie rectificată pe partea inferioară, iar locașul din suport trebuie să aibă o suprafață plană și netedă. Plăcuța fiind presărată cu borax (ca dezo-

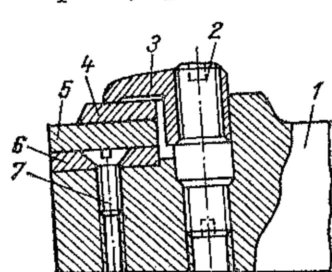


Fig. 8.16. Cuțit cu plăcuță așchietoare amovibilă: 1 – suport; 2 – șurub; 3 – clemă; 4 – sfărîmător de așchii; 5 – plăcuță așchietoare; 6 – plăcuță de sprijin; 7 – șurub de fixare.

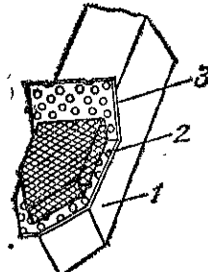


Fig. 8.17. Așezarea plăcuței din carbură metalică: 1 – cuțit; 2 – plăcuță din carbură metalică; 3 – sită dă cupru electrolitic.

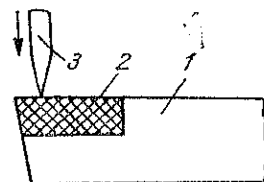


Fig. 8.18. Apăsarea plăcuței cu poansonul: 1 – cuțit; 2 – plăcuță din carbură metalică; 3 – poanson.

xidant) se așază în locașul ei pe cuțit și împreună se introduc într-un cuptor cu muflă, unde se preîncălzesc pînă la temperatura de 800°C. După topirea boraxului, atît cuțitul cît și plăcuța se curăță cu o perie curată de sîrmă. Pe suprafața curățită a locașului se presară din nou borax și apoi, împreună cu tabla de cupru și plăcuța de carbură metalică așezate ca în fig. 8.17, se încălzește repede pînă la 1 083°C (temperatura de topire a cuprului).

După topirea cuprului, cuțitul se scoate cu un clește încălzit și plăcuța se apasă cu un poanson ascuțit, astfel ca să rămînă un strat fin de lipitură (fig. 8.18). Se lasă cuțitul să se răcească 3–4 ore în praf de șamotă și apoi se curăță prin sablare sau decapare. Pentru încălzire se mai pot utiliza: o flacără oxiacetilenică (îndreptată sub capul cuțitului) sau inducția prin curent de înaltă frecvență.

c. **Plăcuțele din materiale ceramice.** Plăcuțele se pot fixa mecanic, așa cum este arătat în fig. 8.19, sau prin lipire cu tablă de cupru sau de alamă. Tehnologia lipirii în acest caz este asemănătoare lipirii plăcuțelor de carbură metalică.

Cînd lipirea se face cu tablă de cupru, plăcuța ceramică se încălzește încet într-un cuptor cu muflă de la 200 la 1 300°C. Dacă lipirea plăcuțelor se face într-un cuptor cu gaze sau cu păcură, corpul cuțitului se încălzește pînă la 900°C, apoi se scoate și se presară cu borax. După curățirea de pe cuțit a arsurii cu o perie de sîrmă, se așază pe locașul din

corpul cuțitului o bucată de tablă de cupru pe care se presară borax și deasupra se așază plăcuța încălzită; pe plăcuță se pune aliaj de lipit și se presară iarăși borax. Cuțitul astfel pregătit se introduce în camera cuptorului cu temperatura de 1 200°C; după topirea aliajului, cuțitul se scoate din cuptor și se presează plăcuța ceramică pe cuțit. După lipire, cuțitele calde se lasă să se răcească într-un cuptor electric care în prealabil a fost încălzit.

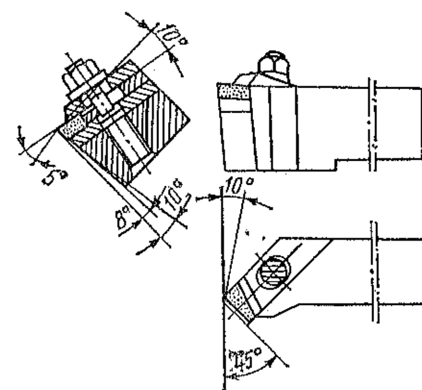


Fig. 8.19.

Dacă lipirea se face cu alamă de lipit, atunci plăcuțele se încălzesc la 900–950°C, iar corpul cuțitului se încălzește în cuptoare cu gaze sau cu păcură, în camere cu temperatura de 700°C. Lipirea definitivă se face la temperatura de circa 900°C

În cazul cînd se utilizează alte aliaje, plăcuțele din materiale ceramice trebuie încălzite încet pînă la o temperatură care depășește cu 100°C temperatura de topire a aliajului.

2. BURGHIE

Burghiele sînt scule așchietoare, utilizate de obicei pentru găurirea unui material și, uneori, pentru lărgirea găurilor.

2.1. CLASIFICAREA ȘI DESCRIEREA BURGHIELOR

După scopul utilizării și forma constructivă, se deosebesc mai multe tipuri de burghie, dintre care cele mai folosite sînt: burghiele late cu ghidare, burghiele pentru găuri adînci, burghiele elicoidale obișnuite, burghiele cu plăcuțe din carburi metalice etc.

2.1.1. **Burghie late cu ghidare.** Capătul burghiului (fig. 8.20), care servește la fixarea acestuia în arborele portsculă, se numește *coada burghiului*; acesta poate fi conică sau cilindrică.

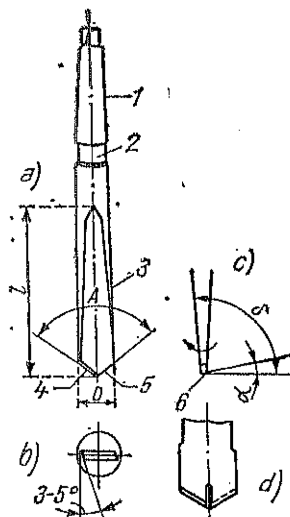


Fig. 8.20. Burghiu lat cu ghidare: 1 – coadă; 2 – gît; 3 – partea utilă; 4 și 5 – tăișuri; 6 – muchie transversală.

Gîtul 2 este porțiunea dintre coada *1* și *partea utilă* (*corpul*) *3* a burghiului. Aceasta

are forma unei tije rotunde care spre capătul (partea tăietoare), burghiului capătă o formă lată şi este prevăzută cu două tăişuri *4* şi *5*. Pentru ghidarea burghiului, există o porţiune de lungime *l*, care are o lăţime egală cu diametrul *D* al găurii care urmează a fi executată. Pentru a reduce frecarea burghiului lat de pereţii găurii, părţile lui laterale, pe întreaga lungime *l*, se fac teşite sub un unghi de 3—5° (fig. 8.20, *b*).

Unghiul $A = 2\varkappa$ dintre tăişurile burghiului se numeşte unghi de vîrf. Pentru găurirea fontei dure, acest unghi se ia de 130°, iar pentru găurirea oţelului moale, de circa 90°. Dacă urmează a se prelucra cu acelaşi burghiu lat materiale diferite, unghiul *A* se ia egal cu 116°—120°.

Unghiul real de răiere δ este mai mare decît 90° (fig. 8.20, *c*) ceea ce cauzează condiţii grele de lucru. Pentru reducerea acestui unghi — în cazul găuririi materialelor de duritate medie şi mică — pe faţa de degajare a burghiului se face o ascuţire care dă un unghi γ pozitiv şi care uşurează condiţiile de lucru.

Fig. 8.21.;

Fiecare tăiş al burghiului lat constituie un cuţit cu unghi de degajare şi de aşezare. Feţele de aşezare formează în centrul burghiului, la intersecţia lor, o muchie transversală *6* înclinată în raport cu faţa de degajare.

Muchia transversală nu taie, ci striveşte materialul ce se prelucrează, ceea ce ridică temperatura burghiului. Din această cauză, la burghiele mari, pentru reducerea lungimii muchiei transversale, se fac canale mici pe planele laterale ale burghiului în lungul axei sale (fig. 8.20, *d*).

Confecţionarea burghielor late este uşoară, însă ele nu sînt durabile, căci muchiile de ghidare, de pe porţiunea de ghidare, *l*, se uzează repede.

Crestăturile executate uneori pe tăişuri servesc la fărîmiţarea (despărţirea) aşchiilor, cu scopul de a usura evacuarea lor (fig. 8.21).

2.1.2. **Burghie pentru găuri adînci.** Aceste burghie se întrebuinţează la executarea găurilor adînci la arbori, fusuri, la ţevi de tun şi de arme. În timpul găuririi piesa se roteşte, avansul putînd fi transmis piesei sau, mai des, burghiului.

Burghiul pentru găuri adînci reprezentat în fig. 8.22 are un singur tăiş *3*; partea utilă *1* a burghiului se prezintă ca o tijă cu secţiune semicirculară a cărei suprafaţă laterală ghidează foarte precis burghiul în piesă. Aceste burghie sînt simple şi uşor de confecţionat, însă lucrează cu un avans foarte mic (de 0,03—0,1 mm/rot).

Din această cauză, ele se înlocuiesc adeseori cu burghie pentru găuri adînci, perfecţionate (fig. 8.23).

La un astfel de burghiu, vîrful *2* este deplasat de la centru cu 1/4 din diametru sau chiar mai mult; burghiul are un canal longitudinal *1*, iar tăişul este muchia frîntă *AB*; muchia *BC* este o muchie inactivă.

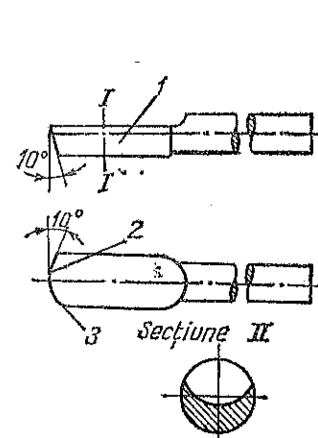


Fig. 8.22.;

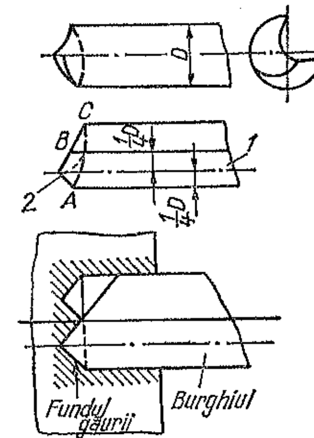


Fig. 8.23.;

2.1.3. **Burghie cu canale drepte.** Aceste burghie (fig. 8.24) se folosesc în general lă găurirea tablelor subţiri, mai ales în cazul metalelor cu duritate mică, cum este alama. După duritatea materialului, unghiul la vîrf dintre tăişuri variază între 90 şi 116°.

Pentru prelucrarea fontei şi a oţelului călit, se utilizează burghie cu canale drepte prevăzute cu plăcuţe din carburi metalice.


Fig. 8.24

2.1.4. **Burghie elicoidale obişnuite.** Dintre toate tipurile de burghie, cele mai utilizate în prezent sînt burghiele elicoidale. Acestea se deosebesc de burghiele cu canale drepte prin forma elicoidală a canalelor. Canalele pot fi la dreapta sau la stînga, ceea ce determină denumirea burghiului „dreapta” (fig. 8.25, *a*) sau „stînga” (fig. 8.25, *b*).

Burghiele elicoidale se pot confecţiona dintr-o bucată sau din două bucăţi sudate. În cazul din urmă, partea utilă se execută din oţel special de scule (rapid) şi se sudează de coada confecţionată din oţel carbon.

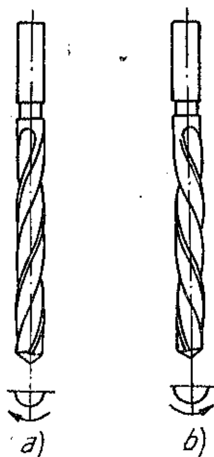


Fig. 8.25.

Canalele burghiului se pot executa prin frezare sau prin răsucirea la cald a semifabricatului.

2.2. ELEMENTELE CONSTRUCTIVE ŞI PARAMETRII GEOMETRICI AI BURGHIELOR ELICOIDALE

(v. STAS 571-64, STAS R 1370-74 şi STAS 6599-71)

Burghiele elicoidale pentru anumite scopuri pot fi prevăzute cu plăcuţe din carburi metalice.

Burghiul se compune din partea utilă *1*, din gîtul *2* şi coada *3* (fig. 8.26); ultima serveşte la fixarea burghiului în arborele principal al maşinii-unelte. Coada poate fi cilindrică, conică sau piramidală. Antrenorul *4* constituie partea terminală a cozii şi el împiedică rotirea burghiului în arborele principal. Partea utilă a burghiului este prevăzută cu două canale elicoidale *6*, datorită cărora se formează la partea aşchietoare (vîrful) a burghiului *5*, două tăişuri. Canalele servesc de asemenea la eliminarea aşchiilor din gaura care se execută.

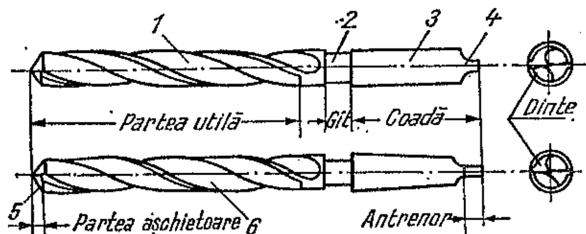


Fig. 8.26.;

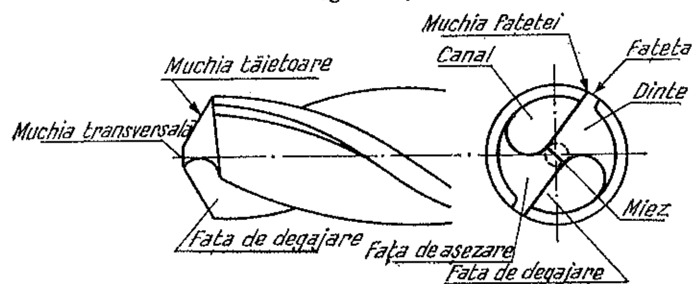


Fig. 8.27.

Elementele geometrice ale burghiului sînt:

1) *Dintele* care constituie partea proeminentă de la capul burghiului cu tăişuri (fig. 8.27).

2) *Miezul* este partea centrală a burghiului, corespunzătoare unui cilindru, căruia îi sînt tangente canalele pentru eliminarea aşchiilor.

3) *Faţa de aşezare* este suprafaţa frontală a dintelui.

4) *Faţa de degajare* este suprafaţa canalului pe care se degajă aşchiile.

5) *Tăişul principal* este muchia aşchietoare rezultată din intersecţia feţei de degajare cu faţa de aşezare.

6) *Faţeta* este fîşia îngustă a suprafeţei cilindrice a burghiului, determinînd diametrul acestuia.

7) *Muchia faţetei* este muchia rezultată din intersecţia feţei de degajare cu faţeta.

8) *Spatele dintelui* este partea adîncită a suprafeţei cilindrice a dintelui.

9) *Tăişul transversal* este muchia rezultată din intersecţia feţelor de aşezare.

10) *Unghiul de aşezare* α este unghiul cuprins între tangenta la faţa de aşezare în punctul de examinat de pe tăişul principal şi tangenta în acelaşi punct la cercul descris de aceasta în jurul axei burghiului (fig. 8.28).

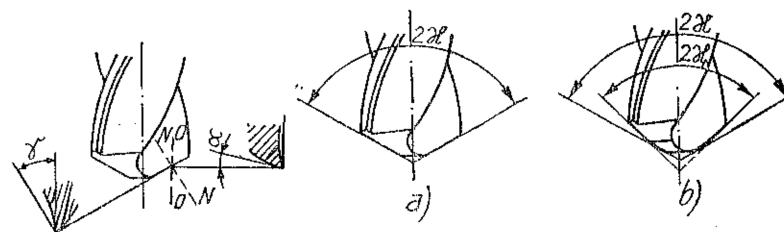


Fig. 8.28. Fig. 8.29

11) *Unghiul de degajare* γ într-un punct al tăişului principal se măsoară în planul normal pe acest tăiş; unghiul γ în acest plan este format din tangenta la faţa de degajare şi normala în acelaşi punct la suprafaţa generată de tăişul principal în timpul rotirii sale în jurul axei burghiului.

12) *Unghiul de vîrf* $2\varkappa$ (fig. 8.29, *a*) este unghiul dintre tăişurile principale; la burghiele cu ascuţite dublă, se obţin două unghiuri la vîrf, $2\varkappa$ şi $2\varkappa_0$ (fig. 8.29, *b*).

13) *Unghiul de înclinare al tăişului transversal* ψ este unghiul ascuţit dintre proiecţia tăişului transversal şi proiecţia tăişului principal pe un plan perpendicular pe axa burghiului (fig. 8.30).

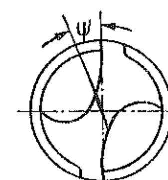


Fig. 8.30

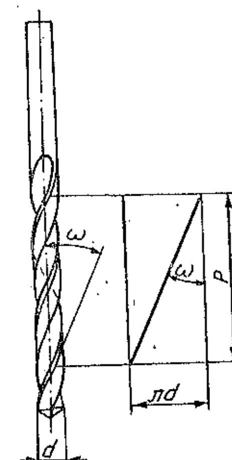


Fig. 8.31.

14) *Unghiul de înclinare al canalului elicoidal* ω este unghiul dintre axa burghiului şi desfăşurata liniei elicoidale a muchiei faţetei (fig. 8.31).

2.3. DATE CONSTRUCTIVE

Burghiile elicoidale se execută în trei tipuri:

— tip N, pentru prelucrarea în principal a fontei și oțelului;

— tip M, pentru prelucrarea în principal a materialelor metalice neferoase, care la prelucrare formează așchii lungi, și mase plastice moi;

— tip D, pentru prelucrarea în principal a oțelurilor austenitice, a materialelor metalice neferoase, care la prelucrare formează așchii scurte și a maselor plastice dure.

Valorile unghiului de înclinare ω al canalului elicoidal și al pasului p al elicei canalelor burghiului sînt indicate pentru toate cele trei tipuri M, N și D în STAS R 1370/1-69, în funcție de diametrul burghiului. În același standard sînt indicate și valorile pentru: lățimea fațetei f, lățimea spatelui dintelui b, grosimea miezului m (fig. 8.32) și diametrul spatelui dintelui d_0.

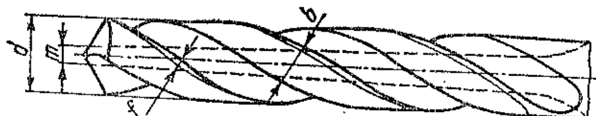


Fig. 8.32.

Parametrii geometrici ai părții așchietoare, utilizați la ascuțirea burghielor elicoidale din oțel de scule și oțel rapid, sînt arătate în STAS R 1370/2-69. În funcție de materialul care se prelucrează, în acest standard sînt precizate zece tipuri de ascuțiri: tipul A1 pentru burghie de Ø 0,25...12 mm, pentru oțel, oțel turnat și fontă; tipul A2...A6 pentru burghie de peste Ø12 pînă la Ø65 mm, pentru oțel, oțel turnat și fontă fără coajă; tipul A7...A8 pentru burghie de Ø3...30 mm, pentru aliaje de aluminiu și aliaje de magneziu; tipul A9...A10 pentru burghie de Ø6...20 mm, pentru mase plastice dure și mase plastice moi.

Pentru fiecare tip de ascuțire și tip de burghiu (M, N sau D) sînt de asemenea indicate, în funcție de materialul care se prelucrează, valorile unghiului la vîrf $2\varkappa$. În cadrul fabricației centralizate, se execută:

— tip N: $2\chi = 118°$, ascuțire tip A1 și A2;
— tip M: $2\chi = 140°$, ascuțire tip A7;
— tip D: $2\chi = 80°$, ascuțire tip A10.

Diametrele normalizate ale diferitelor tipuri de burghie elicoidale sînt indicate în tabela 8.30.

Următoarele tipuri de burghie au de asemenea dimensiunile standardizate:

— burghiul elicoidal lung cu coadă cilindrică pentru materiale metalice neferoase (STAS 8214-68);

Tabela 8.30 **Diametrele normalizate ale burghielor elicoidale**

Burghiu elicoidal scurt cu coadă cilindrică (STAS 573–76)



0,20	0,65	1,20	2,10	3,00	4,50	6,30	8,10	9,90	11,70	13,50	16,75
0,22	0,68	1,25	2,15	3,10	4,60	6,40	8,20	10,00	11,80	13,60	17,00
0,25	0,70	1,30	2,20	3,15	4,70	6,50	8,30	10,10	11,90	13,70	17,25
0,28	0,72	1,35	2,25	3,20	4,80	6,60	8,40	10,20	12,00	13,75	17,40
0,30	0,75	1,50	2,30	3,30	4,90	6,70	8,50	10,30	12,10	13,80	17,50
0,32	0,78	1,45	2,35	3,35	5,00	6,80	8,60	10,40	12,20	13,90	17,75
0,35	0,80	1,50	2,40	3,40	5,10	6,90	8,70	10,50	12,30	14,00	18,00
0,38	0,82	1,55	2,45	3,50	5,20	7,00	8,80	10,60	12,40	14,25	18,25
0,40	0,85	1,60	2,50	3,60	5,30	7,10	8,90	10,70	12,50	14,50	18,50
0,42	0,88	1,65	2,55	3,70	5,40	7,20	8,90	10,80	12.60	14.75	18.75
0,45	0,90	1,70	2,60	3,80	5,50	7,30	9,10	10,90	12,70	15,00	19,00
0,48	0,92	1,75	2,65	3,90	5,60	7,40	9,20	11,00	12,80	15,25	19,25
0,50	0,95	1,80	2,70	4,00	5,70	7,50	9,30	11,10	12,90	15,40	19,40
0,52	0,98	1,85	2,75	4,10	5,80	7,60	9,40	11,20	13,00	15,50	19,50
0,55	1,00	1,90	2,80	4,20	5,90	7,70	9,50	11,30	13,10	15,75	19,75
0,58	1,05	1,95	2,85	4,25	6,00	7,80	9,60	11,40	13,20	16,00	20,00
0,60	1,10	2,00	2,90	4,30	6,10	7,90	9,70	11,50	13,30	16,25	
0,62	1,15	2,05	2,95	4,40	6,20	8,00	9,80	11,60	13,40	16,50	

Burghiu elicoidal lung cu coadă cilindrică (STAS 574–76)



1,00	2,70	4,30	6,00	7,70	9,40	11,10	12,80	15,25	18,50	23,75	72,75
1,10	2,80	4,40	6,10	7,80	9,50	11,20	12,90	15,50	19,75	24,00	28,00
1.20	2.90	4.50	6.20	7.90	9.60	11.30	13.00	15,75	20,00	24,25	28,25
1,30	3,00	4,60	6,30	8,00	9,70	11,40	13,10	16,00	20,25	24,50	28,50
1,40	3,10	4,70	6,40	8,10	9,80	11,50	13,20	16,25	20,50	24,75	28,75
1,50	3,15	4,80	6,50	8,20	9,90	11,60	13,30	16,50	20,50	25,00	29,00
1,60	3,20	4,90	6,60	8,30	10,00	11,70	13,40	16,75	21,00	25,25	29,25
1,70	3,30	5,00	6,70	8,40	10,10	11,80	13,50	17,00	21,25	25,50	29,50
1,80	3,40	5,10	6.80	8.50	10.20	11,90	13.60	17,25	21,50	25,75	29,75
1.90	3.50	5.20	7.10	8,60	10,30	12.00	13,70	17,50	21,75	26,00	30,00
2,00	3,60	5,30	6,90	8.70	10.40	12.10	13.80	17,75	22,00	26,25	30,25
2.10	8.70	5.40	7,10	8,80	10,50	12,20	13,90	18,00	22,25	26,50	30,50
2,20	3,80	5,50	7,20	8,90	10,60	12,30	14,00	18,25	22,50	26,75	30,75
2,30	3,90	5,60	7,30	9,00	10,70	12,40	14,25	18,50	22,75	27,00	31,00
2,40	4,00	5,70	7,40	9,10	10,80	12,50	14,50	18,75	23,00	27,25	31,25
2,50	4,10	5,80	7,50	9,20	10,90	12,60	14,75	19,00	23,25	27,50	31,50
2,60	4,20	5,90	7,60	9,30	11,00	12,70	15,00	19,25	23,50		

Tabela 8.30 (continuare)

Burghiu elicoidal cu coadă cronică (STAS 575–76)



3,00	7,00	11,00	15,00	19,00	23,00	27,00	31,00	38,00	46,00	56,00	71,00
3,20	7,20	11,20	15,25	19,25	23,25	27,25	31,25	38,50	46,50	56,50	72,00
3,50	7,50	11,50	15,50	19,50	23,50	27,50	31,50	39,00	47,00	57,00	73,00
3,80	7,80	11,80	15,75	19,75	23,75	27,75	31,75	39,50	47,50	58,00	74,00
4,00	8,00	12,00	16,00	20,00	24,00	28,00	32,00	40,00	48,00	50,00	75,00
4,20	8,20	12,20	16,25	20,25	24,25	28,25	32,50	40,50	48,50	60,00	76,00
4,50	8,50	12,50	16,50	20,50	24,50	28,50	33,00	41,00	49,00	61,00	77,00
4,80	8,80	12,80	16,75	20,75	24,75	28,75	33,50	41,50	49,50	62,00	78,00
5,00	9,00	13,00	17,00	21,00	25,00	29,00	34,00	42,00	50,00	63,00	79,00
5,20	9,20	13,20	17,25	21,25	25,25	29,25	34,50	42,50	50,50	64,00	80,00
5,50	9,50	13,50	17,50	21,50	25,50	29,50	35,00	43,00	51,00	65,00	
5,80	9,80	13,80	17,75	21,75	25,75	29,75	35,50	43.50	51.50	66.50	
6,00	10,00	14,00	18,00	22,00	26,00	30,25	36,00	44,00	52,00	67,00	
6,20	10,20	14,25	18,25	22,25	26,25	30,50	36,50	44,50	53,00	68,00	
6,50	10,50	14,50	18,50	22,50	26,50	30,50	37,00	45,00	54,00	69,00	
6,80	10,80	14,75	18,75	22,75	26,75	30,75	37,50	54,00	55,00	70,00	

Burghie elioidale lungi cu coadă conică (STAS 6727–73)

6,00	8,20	10,20	12,50	14,75	17,00	19,25	21,50	23,75	26,00	28,25	30,50
6,20	8,50	10,50	12,80	15,00	17,25	19,50	21,75	24,00	26,25	28,50	30,75
6,50	8,60	10,80	13,00	15,25	17,50	19,75	22,00	24,25	26,50	28,75	31,00
6,80	8,80	11,00	13,20	15,50	17,75	20,00	22,25	24,50	26,75	29,00	31,25
7,00	9,00	11,20	13,50	15,75	18,00	20,25	22,50	24,75	27,00	29,25	31,50
7,20	9,20	11,50	13,80	16,00	18,25	20,50	22,75	25,00	27,25	29,50	
7,50	9,50	11,80	14,00	16,25	18,50	20,75	23,00	25,25	27,50	29,75	
7,80	9,80	12,00	14,25	16,50	18,75	21,00	23,25	25,50	27,75	30,00	
8,00	10,00	12,20	14,50	16,75	19,00	21,25	23,50	25,75	28,00	30,25	

— burghiu elicoidal lung cu coadă conică pentru materiale metalice neferoase (STAS 8369-69);

— burghiu elicoidal mic cu coadă cilindrică îngroşată (STAS 6728-67);

— burghiul elicoidal extrascurt cu coadă cilindrică (STAS 4566-73);

— burghiu elicoidal cu coad cilindrică pentru găurit prin bucşă de ghidare (STAS 8156-73);

— burghiu elicoidal cu coadă conică pentru găurit prin bucşă de ghidare (STAS 8157-73);

— burghiu elicoidal cu coadă conică pentru materiale metalice neferoase (STAS 8213-68);

— burghiu elicoidal scurt cu coadă cilindrică pentru materiale metalice neferoase (STAS 8213-68);

— burghiu elicoidal cu coadă întărită (STAS 7881-74).

Diametrele normalizate ale burghielor pentru găurile care urmează a fi filetate sînt cuprinse în tabela 7.35 după STAS R 584/1-69.

Materialele folosite curent pentru confecţionarea burghielor sînt oţelurile de scule de următoarele calităţi:

— oţel carbon pentru scule OSC 10 sau OSC 12 STAS 1700-71;

— oţel aliat pentru scule CVW 10 sau CS 14 STAS 3611-66;

— oţel rapid Rp 3 STAS 7382-66.

3. ZENCUITOARE

3.1. GENERALITĂŢI

Zencuitoarele sînt scule aşchietoare care servesc la:

— mărimea diametrului găurilor sau prelucrarea găurilor rezultate din turnare;

— formarea adînciturilor pentru îngroparea capului de şurub;

— prelucrarea suprafeţelor cilindrice şi frontale, cînd acestea trebuie să fie perpendiculare la axa găurii;

— executarea găurilor de centrare, în piesele care se fixează între vîrfurile strungului, maşinii de rectificat etc.

Zencuitoarele se confecţionează din oţel carbon pentru scule OSC 10; OSC 12, STAS 1700-71) sau din oţeluri aliate pentru scule.

3.2. CLASIFICARE ŞI DESCRIERE

După felul prelucrării, se deosebesc următoarele tipuri de zencuitoare: lărgitoare, adîncitoare, lamatoare şi burghie de centruire.

3.2.1. **Lărgitoare.** Lărgitoarele sînt folosite la lărgirea găurilor executate prin burghiere (găurire cu burghie) sau din turnare. Ele se deosebesc de burghie prin faptul că au mai mulţi dinţi şi sînt lipsite de muchia de tăiere transversală.

Din cauza adîncimii reduse a canalelor, miezul lărgitorului este rezistent, ceea ce permite să se lucreze cu avansuri mai mari decît la prelucrarea cu burghie.

Dinţii sînt de obicei înclinaţi.

Cînd diametrul găurii de prelucrat este sub 25 mm se recomandă ca lărgitoarele să fie executate cu coadă; peste 25 mm se preferă lărgitoarele demontabile cu gaură conică sau cilindrică.

Zencuitorul, înlăturînd un adaos de prelucrare de o grosime de 0,5—1,5 mm pe fiecare parte, lucrează pe porţiuni scurte ale muchiei tăietoare. Unghiul la vîrf $2\varkappa$ este de 90—120°.

Unghiul ω de înclinare al canalelor variază între 10 şi 25°, în funcţie de proprietăţile materialului care se prelucrează şi de diametrul zenciuitorului.

Unghiul de aşezare α se ia de 8—10°.

Unghiul γ depinde de materialul prelucrat şi se alege:

— pentru oţel (în ordinea descrescîndă a rezistenţei oţelului) 0—5°; 8—12°; 15—20°;

— pentru fontă 0—5°; 6—8°;

— pentru aluminiu 25—30°;

Lăţimile faţetelor se execută între 0,8 şi 2 mm şi se rectifică cu o mică conicitate inversă (de 0,05—0,15 mm pentru 100 mm lungime).

În tabela 8.32 sînt indicate dimensiunile constructive ale lărgitoarelor cu alezaj conic, în tabela 8.33 pentru lărgitoarele cu canale elicoidale şi coadă conică, iar în tabela 8.31 pentru lărgitoarele cu alezaj conic şi dinţi demontabili din oţel rapid.

Ca elemente caracteristice constructive principale ale lărgitorului (fig. 8.33) se consideră:

D — diametrul;
L — lungimea totală;
l — lungimea părţii utile;
l_1 — lungimea părţii aşchietoare;
z — numărul de dinţi;
$2\varkappa$ — unghiul părţii aşchietoare;
α — unghiul de aşezare;
γ — unghiul de degajare;
ω — unghiul de înclinare al canalelor;
f — faţeta.

Fig. 8.33. Lăgitoare:
a — cu coadă; *b* — cu gaură.

3.2.2. Adîncitoare.

Adîncitoarele servesc la prelucrarea adînciturilor la extremitatea unei găuri cilindrice, pentru capetele tronconice sau cilindrice ale şuruburilor.

Tabela 8.31. **Lărgitor cu alezaj conic şi dinţi demontabili din oţel rapid (STAS 8577—70)**

Forma A Forma B

Dimensiuni în mm

Diametrul nominal D Şirul 1	Diametrul nominal D Şirul 2	L	d	d_1	h	Locaşul de antrenare b	Locaşul de antrenare t	Nr. de dinţi z
49,7 51,65 54,65	50 52 55	55	22	35		7,4	9,5	4
(55,65) (57,65) 59,65 61,65 62,65 64,65 67,65 69,65	(56) (58) 60 62 63 65 68 70	60	27	40	5	8,4	10,5	
71,65 74,65 (77,65) 79,65	72 75 (78) 80	65	32	45		10,4	12	6
(81,65) 84,60 (87,65) 89,60 (91,60) 94,60 (97,60) 99,60	(82) 85 (88) 90 (92) 95 (98) 100	70	40	52	6	12,4	13	

Observaţii. — Şirul 1 de diametre nominale sînt pentru lărgitoarele forma A, pentru lărgirea după burghiere înainte de alezare. — Şirul 2 de diametre nominale sînt pentru lărgitoarele forma B pentru finisarea după burghiere a unor alezaje cu simbolul cîmpului de toleranţă H 11 sau H 12.

Tabela 8.32. **Lărgitor elicoidal cu alezaj conic (STAS 4142—74)**

D: Lărgire fără alezare ulterioară	D: Lărgire înainte de alezare cu alezoare din oţel rapid	Trepte de diametre: peste	Trepte de diametre: pînă la	d	L	z	Diametrul minim de burghiere înainte de lărgire
25	24,7						17,5
(26)	25,7						18
27	26,7	23,6	30,0	13	45		19
28	27,7						20
30	29,7						21
32	31,6						22,5
34	33,6	30,0	35,5	16	50	4	24
35	34,6						24,5
36	35,6						25
38	37,6						27
40	39,6	35,5	42,5	19	56		28
42	41,6						29
44	43,6						31,
45	44,6						31,5
46	45,6	42,5					32
47	46,6		50,8	22	63		33
48	47,6						34
50	49,6						35
52	51,5						37
55	54,5	50,8	60,0	27	71		39
58	57,5						42
60	59,5					4	44
62	61,5						45
65	64,5	60,0	70,0	32	80		50
70	69,5						53
72	71,5						55
75	74,5	71,0	85,0	40	90		57
80	79,5						61
85	84,5						66
90	89,5						71
95	94,5	85,0	101,6	50	100		76
109	95,5						81

Tabela 8.33. **Lărgitoare elicoidale cu coadă conică (STAS 4141—74), din oţel rapid Rp3**

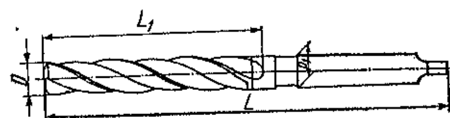
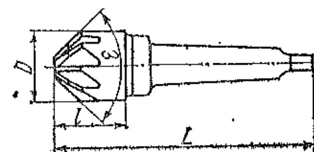


Tabela 8.33. (continuare)

Dimensiuni în mm

D (h8): Lărgire fără alezare ulterioară	D (h8): Lărgire înainte de alezare, cu alezoare din oţel rapid	Trepte de diametre: peste	Trepte de diametre: pînă la	L	L_1 ≈	Con Morse	z	Diametrul minim de burghiere înainte de lărgire
8	7,8	7,50	8,50	156	—			5,6
9	8,8	8,50	9,50	162	—			6,3
10	9,8	9,50	10,60	168	89			7,0
11	10,75	10,60	11,80	175	96	1		7,7
—	11,75							
12	—	11,80	13,20	182	103			8,4
13	12,75							
14	13,75	13,20	14,00	189	80			9,8
15	14,75	14,00	15,00	212	84			10,5
16	15,75	15,00	16,00	218	90			11,2
17	16,75	16,00	17,00	223	95			11,9
18	17,75	17,00	18,00	228	100			12,6
19	18,70	18,00	19,00	233	105	2		13,3
20	19,70	19,00	20,00	238	110			14
21	20,70	20,00	21,20	243	115			15
22	21,70	21,20	22,40	248	120			15,5
23	22,70	22,40	23,02	253	125		3	16
—	—	23,02	23,60	276				17
24	23,70	23,60	25,00	281				
25	24,70							
26	25,70	25,00	26,50	286	130			18
28	26,70	26,50	18,00	291	135	3		19
28	27,70							20
30	29,70	28,00	30,00	296	140			21
—	—	30,00	31,50	301	145			21
—	31,60	31,50	21,75	306				22
32	—	31,75	33,50	334	150			22,5
34	33,60	33,50	35,50	339				24
35	34,60							24,5
36	35,60	35,50	37,50	344	155			25
38	37,60	37,50	40,00	349	160			27
40	39,60							28
42	41,60	40,00	42,50	354	165			29
44	43,60	42,50	45,00	359	170			31
45	44,60							31,5
46	45,60	45,00	47,50	364	175			32
48	47,60	47,50	50,00	369	180			34
50	49,60							

Tabela 8.34. **Adîncitoare conice, cu coadă conică, de uz general (STAS 1367—67) cu unghiul la vîrf de 60°, 90° şi 120°, din două părţi sudate: partea aşchietoare din oţel rapid Rp3 sau Rp4 (STAS 7382—66), iar coada din OLC 45 (STAS 880—66)**



Unghiul la vîrf ε grade	Diametrul nominal D mm	Lungimea totală L mm	Lungimea părţii active l mm	Conul Morse	Greutatea aproximativă a unei bucăţi gf
60	16	110	30	1	90
	22	135	40	2	190
	32	150	45	2	285
	45	175	55	3	900
90	16	110	25	1	110
	22	130	30	2	215
	32	140	35	2	400
	45	165	45	3	800
120	16	100	20	1	85
	22	125	25	2	200
	32	135	30	2	370
	45	155	35	3	600

Observaţie. Exemplu de notare, pentru comandă, a unui adîncitor cu unghi la vîrf ε = 60°, avînd diametrul D 16 mm: **Adîncitor 60° × 16 STAS 1367—67/Rp 3.**

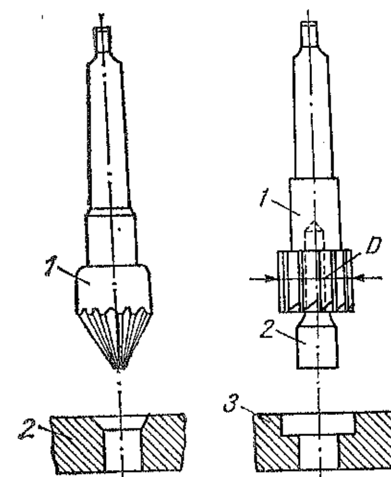


Fig. 8.34. Adîncitor conic (teşitor): 1 — adîncitor; 2 — piesă.

Fig. 8.35. Adîncitor cilindric: 1 — adîncitor; 2 — cep de centrare; 3 — piesă.

Adîncitorul pentru prelucrarea locaşurilor tronconice se mai numeşte şi *teşitor* (fig. 8.34). Unghiul părţii aşchietoare (2ϰ) este de 60°, 90° sau 120°, după conicitatea ce se prelucrează.

Adîncitorul pentru locaşuri cilindrice (fig. 8.35) se execută de obicei cu cep de centrare pentru conducerea adîncitorului. Pentru adîncitoarele cu diametrul pînă la 32 mm, cepul este demontabil; pentru diametre peste 32 mm, cepul de centrare face parte din însuşi corpul adîncitorului.

Unghiul 2ϰ al acestor adîncitoare este de 90°.

În tabela 8.34 sînt arătate dimensiunile normalizate ale adîncitoarelor conice, cu coadă conică, de uz general (STAS 1367-67) cu unghiul la vîrf de 60°, 90° şi 120° din două părţi sudate.

Adîncitorul cu cep de centrare se execută în mod obişnuit cu diametrul *D* de: 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 şi 20 mm.

3.2.3. **Lamatoare.** Zencuitorul-lamator, numit prescurtat şi lamator, se utilizează pentru obţinerea unei suprafeţe plane perpendiculare pe axa unei găuri. Dinţii sînt amplasaţi pe partea frontală a lamatorului

Zencuitoarele-lamatoare se confecţionează deseori cu plăcuţe din carburi metalice, lipite de dinţi (fig. 8.36).

Elementele caracteristice constructive ale unui lamator sînt:
- — unghiul de aşezare α (de 4—6°);
- — unghiul de edgajare γ (de 8—10°);
- — numărul de dinţi z (de 4—8);
- — diametrul D.

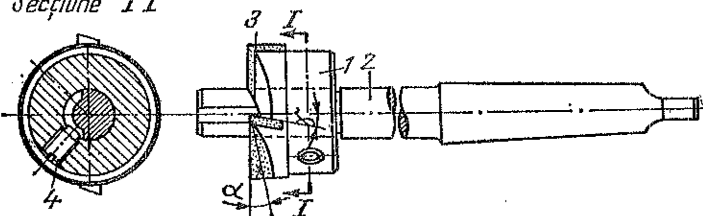


Fig. 8.36. Lamator: *1* — corpul lamatorului; *2* — coadă; *3* — plăcuţă de carbură metalică; *4* — şurub de fixare.

3.2.4. **Burghie şi teşitoare de centruire.** Executarea găurilor de centrare necesită două prelucrări: găurirea propriu-zisă şi teşirea. Prima prelucrare se execută cu ajutoul *burghielor de centruire*, iar ultima cu ajutorul *teşitoarelor*; de obicei ambele prelucrări se execută cu aceeaşi sculă, numită *burghiu de centruire*.

Burghiele elicoidale de centruire diferă de burghiele *elicoidale* obişnuite numai prin faptul că sînt mai scurte, pentru a asigura astfel o mai mare rigiditate în timpul găuririi. Diametrele acestor burghie sînt de: 0,5; 1; 1,5; 2; 3; 4; 5; 6; 8 şi 12 mm.

Teşitoarele de centruire se folosesc pentru teşirea găurilor de centrare după ce în prealabil au fost date găurile cu ajutorul burghielor elicoidale de centruire.

Burghiele de centruire folosite la prelucrarea găurilor de centrare STAS 1361-63 sînt de trei forme:
- — forma A, pentru prelucrarea găurilor de centrare forma A;
- — forma B, pentru prelucrarea găurilor de centrare forma B (cu con de protecţie);
- — forma R, pentru prelucrarea găurilor de centrare forma R.

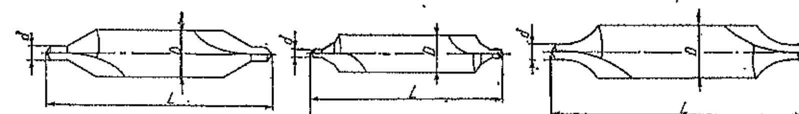
Ele execută atît găurirea cît şi teşirea găurilor de centrare.

Dimensiunile normalizate ale acestor scule sînt indicate în tabela 8.35, după STAS 1114-73.

4. ALEZOARE

Alezoarele sînt scule cu ajutorul cărora se efectuează, manual sau mecanizat (la strunguri, maşini de găurit etc.), netezirea găurilor prelucrate în prealabil prin burghiere, strunjire etc. Prin alezare se asigură găurilor o calitate superioară şi o precizie dimensională corespunzătoare claselor 3 şi 2 de precizie.

Tabela 8.35. **Burghie de centruire (STAS 1114—73) în trei forme (A, B şi R) pentru găuri de centrare conform STAS 1361—63, din oţel rapid Rp 3 sau Rp 4 (STAS 7382—66)**



Diametrul nominal d mm	Diametrul exterior D mm	Lungimea L mm max.	Lungimea L mm min.	Diamterul nominal d mm	Diamterul exterior D mm	Lungimma L mm max.	Lungimea L mm min.
BURGHIU DE CENTRUIRE FORMA A							
0,5)	3,15	21	19	2,5	6,3	47	43
0,63)	3,15	21	19	3,15	8	52	48
(0,8)	3,15	21	19	4	10	59	53
1	3,15	33,5	29,5	(5)	12,5	66	60
1,25)	3,15	33,5	29,5	6,3	16	74	68
1,6	4	37,5	33,5	(8)	20	83	77
2	4	42	38	10	25	103	97
BURGHIU DE CENTRUIRE FORMA B							
1	4	37,5	33,5	4	14	70	64
(1,25)	5	42	38	(5)	18	78	72
1,6	6,3	47	43	(6,3)	20	83	77
2	8	52	48	8	25	103	97
2,5	10	59	53	10	31,5	128	122
3,15	11,2	63	57				
BURGHIU DE CENTRUIRE FORMA R							
1	3,15	33,5	29,5	4	10	59	53
(1,25)	3,15	33,5	29,5	(5)	12,5	66	60
1,6	4	37,5	33,5				68
2	5	42	38	6,3	16	74	77
2,5	6,3	47	43	(8)	20	83	97
3,15	8	52	48	10	25	103	

Observaţii. 1. Dimensiunile din paranteză nu se recomandă. 2. Exemplu de notare a unui burghiu de centruire, forma A, pentru gaura de centrare d 4 din oţel rapid Rp 3: Burghiu centruire A 4 STAS 1114—73/Rp 4.

4.1. CLASIFICARE ŞI DESCRIERE

Clasificarea alezoarelor se poate face după următoarele criterii:

După modul de acţionare:
- — alezoare de mînă;
- — alezoare de maşină;

După felul construcţiei:
- — alezoare fixe;
- — alezoare reglabile (extensibile).

După sistemul de prindere:
— alezoare cu gaură;
— alezoare cu coadă.

După forma geometrică:
— alezoare cilindrice;
— alezoare conice.

În tabela 8.36 sînt arătate principalele tipuri de alezoare normalizate cu indicarea STAS-urilor sau a normelor interne (NI) pentru formele și dimensiunile acestor alezoare.

Tabela 8.36. **Tipuri de alezoare normalizate**

Poz	Denumirea	Schița	Diametre mm	STAS sau NI M.C.M.
1	Alezoare cilindrice de mînă		3—50	STAS 1263—67
2	Alezoare de mînă spintecate		8—30	STAS 1266—73
3	Alezoare de mașină cu coadă cilindrică		3—9	STAS 1264—67
4	Alezoare de mașină cu coadă conică		10—32	STAS 1265—67
5	Alezoare pentru găuri de nit		8—39	STAS 590—73
6	Alezor conic 1 : 50		1—16	STAS 2647—64
7	Alezor conic 1 : 30		13—50	STAS 2646—64
8	Alezor pentru conuri Morse		Con Morse 0—6	STAS 588—73
9	Alezor pentru conuri metrice		Con metric 4; 6; 80;	STAS 589—73
10	Alezor cu alezaj conic		25—80	STAS 3456—71
11	Alezor de mînă cu reglare rapidă și cu coadă cilindrică		8—95	NI 319—52
12	Alezor reglabil cu coadă cilindrică pentru găuri cu fund		30—40	NI 317—52
13	Alezor reglabil cu coadă cilindrică pentru găuri de trecere		30—40	NI 318—52
14	Alezor reglabil cu coadă conică pentru găuri cu fund		30—40	NI 316—52
15	Alezor reglabil cu coadă conică pentru găuri de trecere		30—40	NI 320—52
16	Alezor reglabil cu alezaj conic pentru găuri cu fund		40—100	STAS 4227—68
17	Alezor reglabil cu alezaj conic pentru găuri de trecere		40—100	NI 314—52

Tabela 8.36 (continuare)

Alezorul cilindric de mînă fix (fig. 8.37) se compune din partea utilă l, gîtul l_3 și coada l_4, care se termină cu un cap pătrat pentru rotirea manuală a alezorului cu o cheie. Partea utilă l este prevăzută cu dinți tăietori și este compusă din partea activă l_1 (conul de atac) și partea de

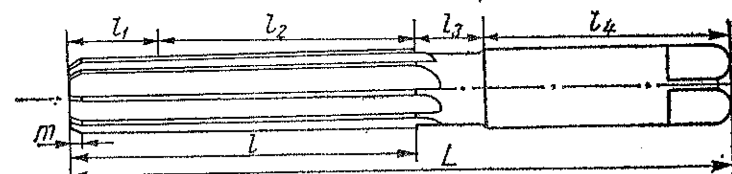


Fig. 8.37. Alezor cilindric de mînă, fix.

calibrare l_2. Partea activă cu partea de intrare m execută prelucrarea de degroșare a găurii care se alezează. Partea de calibrare dirijează alezorul în timpul prelucrării, netezește pereții găurii și o calibrează la dimensiunea cerută. Partea activă (conul de atac) trebuie să fie relativ lungă: circa 1/4—1/5 din lungimea părții de calibrare și să aibă o conicitate mică (înclinarea este de 1°). Cu un con de atac lung se obține o suprafață prelucrată mai precisă și mai curată decît cu unul scurt. Alezoarele pentru prelucrarea pieselor de oțel au porțiunea de atac mică, însă cu conicitate mare (circa 15°). În general, dinții acestor alezoare se fac drepți; există însă și alezoare cu dinți elicoidali, care pot fi pe dreapta sau pe stînga.

Alezor cilindric de mînă reglabil, spintecat (extensibil). Alezoarele cu dinți ficși au dezavantajul că prin ascuțire își micșorează diametrul. La alezorul reglabil, spintecat, reglarea se face prin împingerea forțată a unei bile într-o gaură conică cu ajutorul unui șurub (fig. 8.38, *a*). Corpul alezorului fiind despicat, prin avansul bilei, diametrul alezorului se mărește în partea centrală cu cîteva zecimi de milimetru.

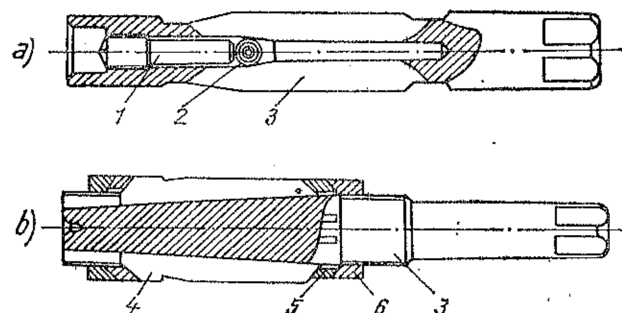


Fig. 8.38. Alezoare cilindrice de mînă, reglabile:
a — spintecat; *b* — cu cuțite mobile; *1* — șurub; *2* — bilă; *3* — corp; *4* — dinte; *5* — inel; *6* — piuliță dereglare.

Alezorul cilindric de mînă reglabil, cu cuțite mobile, din fig. 8.38, *b* este prevăzut cu cuțite mobile așezate în canale înclinate față de axa alezorului. Prin piulițe de reglaj, cuțitele pot fi deplasate în ambele sensuri și prin aceasta se realizează o mărire a diametrului alezorului în limite de 0,5—3 mm.

Alezorul cilindric de mașină se compune din aceleași părți ca și alezorul cilindric de mînă fix, cu deosebirea că are partea tăietoare l mai mică (v. fig. 8.39) și conicitatea la vîrf l_1 (partea activă) redusă la o porțiune foarte mică; aceste alezoare au în schimb cozile lungi cu partea de prindere cilindrică sau conică. Alezoarele de mașină de dimensiuni mai mari se fac cu gaură (fig. 8.39, *b*) pentru montare pe arborele portsculă.

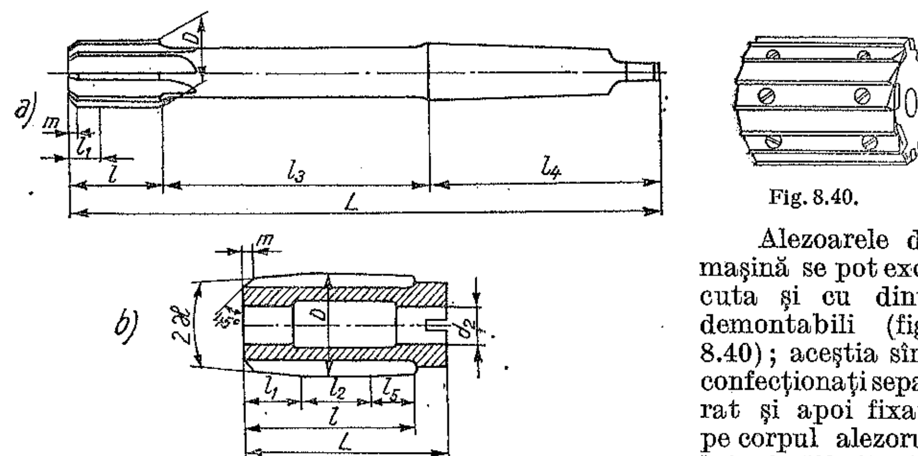


Fig. 8.39. Alezor cilindric de mașină:
a — cu coadă; *b* — cu gaură; *m* — fațetă de intrare; *L* — lungimea totală a alezorului; *D* — diametrul; *l* — partea utilă; l_1 — partea activă; l_2 — partea de calibrare; l_3 — gît; l_4 — coadă; l_5 — partea cu conicitate inversă; *d* — diametrul găurii.

Fig. 8.40.

Alezoarele de mașină se pot executa și cu dinți demontabili (fig. 8.40); aceștia sînt confecționați separat și apoi fixați pe corpul alezorului prin diferite sisteme.

Alezorul conic se folosește pentru prelucrarea manuală a găurilor conice din peise. Se utilizează, în general, sub formă de jocuri (serii) compuse din trei alezoare: primul alezor, de degroșare, cu dinți detalonați (fig. 8.41, *a*) dă forma conică găurii cilindrice; al doilea alezor, mijlociu (fig. 8.41, *b*), care aduce conicitatea la dimensiuni apropiate, are canale transversale pe dinți, pentru ruperea așchiilor; al treilea alezor, de finisare (fig. 8.41, *c*) care calibrează conicitatea, are dinții drepți, fără discontinuități.

Dacă alezajul, după găurire, a fost prelucrat cu conicitate atunci este suficient să se folosească alezoarele mijlocii și de finisare sau numai de finisare.

Forma și dimensiunile alezoarelor pentru con Morse sînt standardizate prin STAS 588-73, iar pentru con metric prin STAS 589-73.

4.2. DATE CONSTRUCTIVE

Unghiul elicei ω, la alezoarele cu canale elicoidale, variază între 8 și 10°.

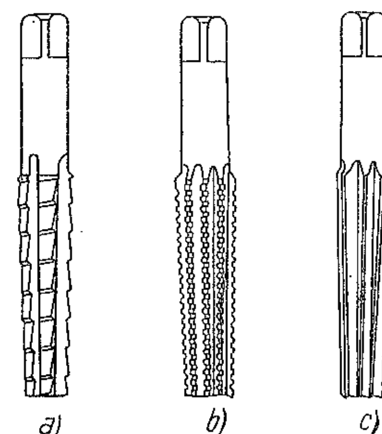
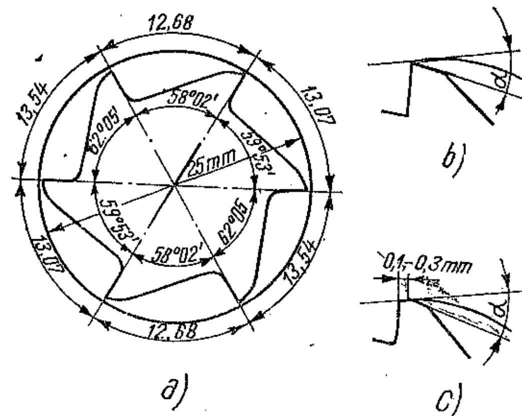


Fig. 8.41. Alezoare
a — de degroșare; *b* — mijlociu; *c* — de finisare



b) c)

Fig. 8.42.

Unghiul de așezare α (fig. 8.42, *b*) al dinților alezorului, în partea activă (conul de atac) și în partea de calibrare este de 5—8°.

Unghiul de degajare γ, pentru alezoarele de finisare, este egal cu 0° sau negativ (de 2—3° la metalele dure), pentru obținerea unei suprafețe cît mai netede; pentru alezoarele de degroșare, unghiul de degajare variază între 5 și 10°.

Unghiul conului de atac 2χ (fig. 8.39) are următoarele valori:

1— 3° la alezoare de mînă și pentru orice metal;
10° la alezoare de mașină și pentru metale casante;
30—90° la alezoare de mașină pentru metale maleabile;
4— 6° la alezoare de cazangerie, pentru orice metal.

Numărul de dinți se face cu soț pentru ușurința măsurării diametrului alezorului cu ajutorul micrometrului. Cu cît numărul dinților este mai mare, cu atît precizia dimensională și netezimea alezajului sînt mai înalte.

Numărul de dinți (z) se poate stabili cu formulele empirice:

$z = 1{,}5\,\sqrt{D} + 2$ pentru metale maleabile;

$z = 1{,}5\,\sqrt{D} + 4$ pentru metale casante.

În tabela 8.37 este indicat numărul de dinți pentru alezoarele cu dinți drepți.

Pentru evitarea efectelor defavorabile ale vibrațiilor pe suprafețele alezate, la alezoarele de mînă pasul dinților se face inegal; în fig. 8.42

Tabela 8.37. **Numărul de dinți la alezoarele cu dinți drepți**

Felul alezorului	Diametrul alezorului, mm				
	3—10	11—19	20—30	31—45	46—50
Alezor de mînă	6	8	10	12	14
Alezor de mașină	6	8	10	12	—
Alezor de mașină, cu gaură	—	—	10	10	14
Alezor cu coadă și cuțite demontabile	—	—	6	8	10
Alezor cu coadă și cuțite demontabile	—	—	—	8	8
Alezor de mînă reglabil	6	8	8	10	12

este indicat pasul dinților pentru un alezor de mînă cu șase dinți și diametrul de 25 mm.

În tabela 8.38 sînt arătate valorile unghiurilor ω (v. fig. 8.43) pentru alezoarele de mînă cu diferite numere de dinți și pas neegal.

Tabela 8.38. **Valorile unghiurilor ω pentru alezoare cu pași neegali ai dinților**

Unghiul ω	Numărul dinților						
	6	8	10	12	14	16	18
ω_1	58°02'	42°	33°	27°30'	23°30'	20°30'	17°20'
ω_2	59°53'	44°	34°30'	28°30'	24°15'	21°	18°
ω_3	62'05°	46°	36°	29°30'	25°	21°30'	18°40'
ω_4	—	48°	37°30'	30°30'	25°45'	22°15'	19°20'
ω_5	—	—	39°	31°30'	26°30'	22°45'	20°
ω_6	—	—	—	32°30'	27°15'	23°15'	20°40'
ω_7	—	—	—	—	28°	24°	21°20'
ω_8	—	—				24°45'	22°
ω_9	—	—	—	—	—	—	22°40'

Cunoscînd valorile acestor unghiuri și diametrul alezorului se poate calcula pasul corespunzător al fiecărui dinte.

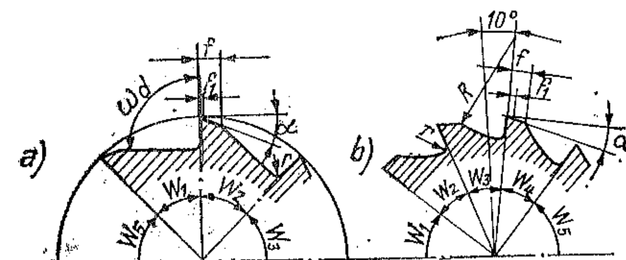


Fig. 8.43.

Profilul canalelor la alezoare este indicat în figurile 8.43, *a* și 8.43, *b*, iar valorile elementelor constructive ale acestor profile, pentru diferite diametre ale alezoarelor, în tabela 8.39.

Materialele folosite la confecționarea alezoarelor sînt următoarele:

Tabela 8.39. **Profilul canalelor la alezoare**

Diametrul alezorului, mm	f	f_1	ω_d	r	Diametrul alezorului, mm	f	f_1	R	r
3—4,5	0,25	0,08	85°	0,3	21— 26	1,0	0,20	25	1,0
5— 8	0,40	0,12	85°	0,3	27— 30	1,2	0,20	25	1,0
9—10	0,70	0,15	90°	0,5	31— 43	1,6	0,25	25	1,0
10—14	0,70	0,18	75°	0,5	44— 59	1,9	0,25	25	1,0
15—20	0,90	0,18	80°	0,5	60— 78	2,2	0,25	35	1,5
					79—100	2,5	0,30	35	1,5

— pentru alezoarele fixe și extensibile de mînă, oțel aliat de scule MCW 14 sau C 15 STAS 3611-66;

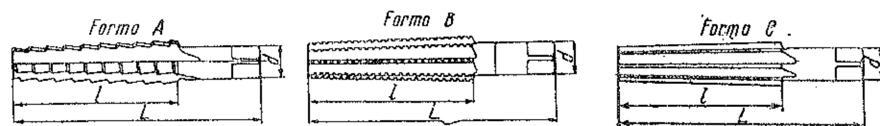
— pentru alezoarele fixe de mașină, cilindrice sau conice, precum și pentru dinții alezoarelor cu dinți demontabili, oțel rapid Rp3 sau Rp 4 STAS 3611-66.

4.3. DIMENSIUNI NORMALIZATE

În tabelele 8.40—8.43 sînt indicate dimensiunile normalizate și greutățile aproximative pentru: alezoarele cu coadă cilindrică pentru conuri Morse (STAS 588-73), alezoarele cilindrice de mînă (STAS 1263-67), alezoarele de mașină cu coadă conică (STAS 1265-67) și alezoarele de mînă reglabile cu dinți demontabili (STAS 5713-67).

De asemenea sînt normalizate dimensiunile pentru: alezoarele cu coadă cilindrică pentru conuri metrice (STAS 589-73), alezoarele pentru găuri de nit (STAS 590-73), alezoarele de mașină cu coadă cilindrică (STAS 1264-67), alezoarele de mașini cu dinții demontabili (STAS 4227-68), alezoarele de mînă reglabile cu dinți demontabili (STAS 5713-67), alezoarele de mînă spintecate (STAS 1266-73), alezorul cu alezaj conic (STAS 3456-71), alezorul cu coadă cilindrică pentru con 1 :30 (STAS 2646-64) și alezorul cu coadă cilindrică pentru con 1 :50 (STAS 2647-64). Gama diametrelor la unele dintre aceste alezoare se găsește în tabela 8.36.

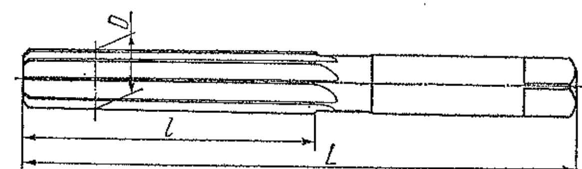
Tabela 8.40. **Alezoare cu coadă cilindrică pentru conuri Morse (STAS 588—73), în trei forme (A, B și C) pentru degroșare, intermediar și respectiv pentru finisare din oțel aliat de scule MCW 14 (STAS 3611—66)**



Conul Morse nr.	Lungimea totală L mm	Lungimea canalelor l mm	Diametrul cozii d mm	Greutatea aproximativă a unei bucăți gf	Conul Morse nr.	Lungimea totală L mm	Lungimea canalelor l mm	Diametrul cozii d mm	Greutatea aproximativă a unei bucăți gf
0	95	64	8	30	4	180	120	25	775
1	100	67	10	65	5	230	150	35,5	1 900
2	125	80	14	160	6	310	205	45	5 100
3	150	97	18	370					

Observații. 1. Exemplu de notare a unui joc de 3 alezoare pentru con Morse 5, din oțel aliat de scule MCW14: **Joc alezoare Morse 5 STAS 588—73/MCW 14.** 2. Exemplu de notare a unui alezor de degroșare (forma A) pentru con Morse 5, din oțel aliat de scule MCW 14: **Alezor Morse 5 A Stas 588—73/MCW 14.**

Tabela 8.41. **Alezoare cilindrice de mînă (STAS 1263—67) cu dinți drepți, cu sens de așchiere pe dreapta și divizarea inegală a dinților din oțel aliat de scule MCW 14 (STAS 3611—66)**



Diametrul D mm	Lungimea totală L mm	Lungimea canalelor l mm	Greutatea aproximativă a unei bucăți gf	Dimaterul D mm	Lungimea totală L mm	Lungimea canalelor l mm	Greutatea aproximativă a unei bucăți gf
3	62	31	4	22	215	107	550
(3,5)	71	36	5	(23)	215	107	570
4	76	38	7	(24)	231	115	670
(4,5)	81	41	7	25	231	115	760
5	87	44	8	(26)	231	115	790
(5,5)	93	47	11	(27)	247	124	930
6	93	47	14	28	2 7	124	970
7	107	54	22	(30)	247	124	1 240
8	115	58	33	32	265	133	1 370
9	124	62	46	(34)	284	142	1 650
10	133	66	60	(35)	284	142	1 870
11	142	71	80	36	284	142	1 985
12	152	76	108	(37)	284	142	2 100
(13)	152	76	125	(38)	305	152	2 380
14	163	81	156	40	305	152	2 600
(15)	163	81	186	(42)	305	152	2 850
16	175	87	210	(44)	326	163	3 450
(17)	175	87	240	45	326	163	3 540
18	188	93	300	(46)	326	163	3 880
(19)	188	93	372	(47)	326	163	3 980
20	201	100	430	(48)	347	174	4 260
(21)	201	100	484	50	347	174	4 500

Observații. 1. Dimensiunile din paranteză nu se recomandă. 2. Exemplu de notare, pentru comandă a unui alezor cilindric de mînă, cu diametrul $D = 10$ mm, pentru alezaje cu abateri limită *JE 4*, din oțel aliat de scule MCW 14: **Alezor 10 JEA STAS 1263—67/MCW 14.**

Tabela. 8.42. **Alezoare de mașină cu coadă conică (STAS 1265—67), cu sens de așchiere pe dreapta, cu dinți drepți, cu divizarea inegală a dinților și unghiul de atac $\varkappa = 15°$, din oțel rapid Rp 3 sau Rp 4 (STAS 7382—66)**

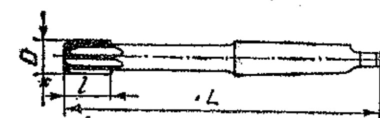


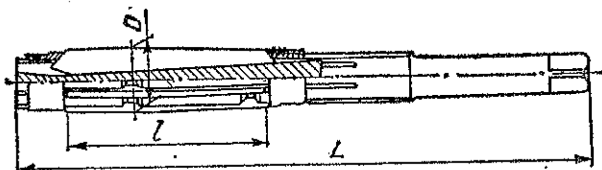
Tabela 8.42. (continuare)

Diametrul nominal *D*, mm	Lungimea totală *L* mm	Lungimea canalelor *l* mm	Conul Morse	Greutatea aproximativă a unei bucăți, gf
10	140	29	1	70
(10,5)	140	29	1	75
11	153	33	1	80
(11,5)	153	33	1	85
12	153	33	1	95
(13)	153	33	1	100
14	169	38	1	110
(15)	184	38	2	125
16	184	38	2	230
(17)	184	38	2	235
18	203	44	2	250
(19)	203	44	2	260

Diametrul nominal *D*, m	Lungimea totală *L* mm	Lungimea canalelor *l* mm	Conul Morse	Greutatea aproximativă a unei bucăți, gf
20	203	44	2	280
(21)	203	44	2	302
22	225	51	2	370
(23)	225	51	2	390
(24)	244	51	3	450
25	244	51	3	500
(26)	244	51	3	550
(27)	271	60	3	600
28	271	60	3	680
(30)	271	60	3	750
32	296	60	4	910

Observații. 1. Dimensiunile din paranteză nu se recomandă. 2. Exemplu de notare pentru comandă a unui alezor de mașină, cu coadă conică, cu diametrul $D = 22$ mm, avînd unghiul $\varkappa = 15°$, fabricat centralizat în clasa de precizie C, din oțel Rp rapid 3: **Alezor 22–15° C STAS 1265–67/Rp 3.**

Tabela 8.43. **Alezoare de mînă reglabile, cu dinți demontabili (STAS 5713–67), în două variante – scurte și lungi – cu corpul din oțel aliat de construcție 40 C 10 STAS 791–66, iar cuțitele din oțel rapid Rp 3 sau Rp 4 (STAS 7382–66)**



Diametrul nominal *D* mm	Domeniul de reglare *D* minim	Domeniul de reglare *D* maxim	Lungimea totală *L* mm	Lungimea canalelor *l* mm	Greutatea aproximativă a unei bucăți, gf
VARIANTA A (scurte)					
10,5	10,5	12	115	34	58
12	12	13,5	130	42	75
13,5	13,5	15,5	145	50	100
15,5	15,5	18	160	60	150

Diametrul nominal *D* mm	Domeniul de reglare *D* minim	Domeniul de reglare *D* maxim	Lungimea totală *L* mm	Lungimea canalelor *l* mm	Greutatea aproximativă a unei bucăți, gf
VARIANTA B (lungi)					
10,5	10,5	12	160	65	75
12	12	13,5	170	70	100
13,5	13,5	15,5	190	80	135
15,5	15,5	17,5	210	90	220

Tabela 8.43. (continuare)

Diametrul nominal *D* mm	Domeniul de reglare *D* minim	Domeniul de reglare *D* maxim	Lungimea totală *L* mm	Lungimea cuțitelor *l* mm	Greutatea aproximativă a unei bucăți, gf
18	18	21	175	65	225
21	21	24	190	70	330
24	24	27,5	210	75	450
27,5	27,5	31,5	230	80	700
31,5	31,5	37	250	90	980
37	37	45	280	100	1 850
45	45	55	320	110	2 800

Diametrul nominal *D* mm	Domeniul de reglare *D* minim	Domeniul de reglare *D* maxim	Lungimea totală *L* mm	Lungimea cuțitelor *l* mm	Greutatea aproximativă a unei bucăți, gf
17,5	19,5	230	230	100	290
19,5	19,5	250	250	110	370
21,5	24,5	270	270	120	470
24,5	24,5	290	290	130	640
27,5	27,5	310	310	140	880
31,5	37	330	330	150	1 250
37	37	370	370	165	1 900
45	45	420	420	180	3 350

Observație. Exemplu de notare, pentru comandă a unui alezor de mînă, reglabil, cu dinți demontabili, scurt (varianta A), cu diametrul nominal $D = 18$ mm; **Alezor reglabil 18–A STAS 5713–67.**

5. SCULE PENTRU FILETAT

Filetul se execută manual sau mecanic. Filetul interior (la găuri) se execută cu tarozi sau cu cuțite pentru filet, iar filetul exterior (la șuruburi), cu filiere sau cu cuțite pentru filetat.

5.1. TAROZI

5.1.1. Clasificare și dimensiuni. Tarozii (burghiele de filetat) se clasifică după diferite criterii în următoarele tipuri:

După modul de acționare:
- tarozi de mînă;
- tarozi de mașină.

După felul pieselor de filetat:
- tarozi pentru piulițe;
- tarozi pentru filiere.

După felul filetului:
- tarozi pentru filet metric;
- tarozi pentru filet în țoli
- tarozi pentru filet gaz.

După forma profilului:
- tarozi detalonați;
- tarozi nedetalonați.

După felul construcției:
- tarozi ficși;
- tarozi reglabili (extensibili).

Tarozii de mînă se execută, în general, în seturi de cîte trei sau doi tarozi și, uneori, individual. Ei sînt de două feluri: cilindrici și conici. Tarozii cilindrici sînt folosiți în mod curent, deoarece au o repartiție mai bună a secțiunii așchiate de către diferiți tarozi care formează un set.

Tarozii conici dintr-un set (fig. 8.44) au același diametru exterior; ei se diferen-

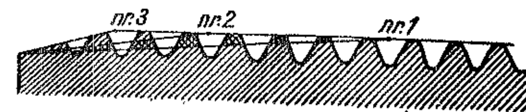


Fig. 8.44.

ţiază prin lungimea conului de atac care este mai mare la tarodul de degroşare (nr. 1), puţin mai mică la tarodul mijlociu (nr. 2) şi cea mai mică la tarodul de finisare (nr. 3).

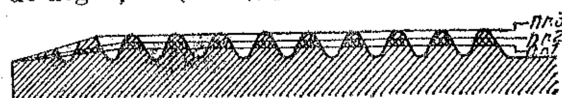


Fig. 8.45.

Tarozii cilindrici (fig. 8.45) din acelaşi set au diametre diferite şi anume, diametrul tarodului de degroşare este mai mic decît al tarodului de finisare (calibrare). La aceşti tarozi, tarodul de degroşare (nr. 1) aşchiază 56—60 % din secţiunea totală a golului filetului, tarodul intermediar (nr. 2) aşchiază 28—30 %, iar cel din finisare (nr. 3) restul.

Seturile cu doi tarozi se utilizează de obicei la realizarea filetelor cu diametre reduse şi înălţime mică (de exemplu : filete gaz, filete metrice fine etc.) ; primul tarod este de degroşare, iar al doilea tarod este de finisare.

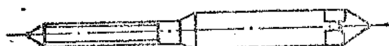


Fig. 8.46.

Tarozii pentru diametre mici ($d \leqslant 6$ mm la filet normal şi $d \leqslant 8$ mm la filet fin) se construiesc cu vîrfuri de centrare (fig. 8.46).

Tarozii de maşină au lungimea conului de atac cuprinsă între 20 şi 30 paşi. Ei se construiesc de obicei în seturi de doi tarozi sau individual. Constructiv se deosebesc : tarozi de maşină scurţi şi tarozi de maşină lungi. Formele şi dimensiunile acestor tarozi, sînt, în general, indicate în STAS-uri ; nu sînt standardizate numărul, forma şi direcţia canalelor. Coada tarozilor lungi este cilindrică ; ceilalţi au coadă cu capăt pătrat. Pentru diametre mai mari decît 16 mm, tarozii se confecţionează cu coadă de oţel carbon sudată. Tarozii din oţel aliat pentru scule se folosesc pentru clasa de precizie *precis* şi sînt rectificaţi ; tarozii din oţel carbon de scule pot fi nerectificaţi şi se folosesc pentru clasa de precizie *mijlocie*.

Tarozii pentru piuliţe se execută sub două forme : tarozi drepţi cu coadă lungă sau scurtă şi tarozi cu coadă curbă.

Tarozii drepţi permit filetarea succesivă a piuliţelor care trec treptat spre coada tarodului ; cînd acestea acoperă întreaga lungime a cozii, tarodul se scoate din maşină şi se evacuează piuliţele. La tarozii cu coadă curbă folosiţi la maşinile de filetat automate, piuliţele filetate ies continuu pe coada tarodului, fără a mai fi necesară oprirea maşinii şi scoaterea tarodului.

Partea de atac a tarozilor pentru piuliţe reprezintă minimum două treimi din întreaga lungime a părţii utile. La aceşti tarozi se detalonează atît partea de atac cît şi cea de calibrare.

5.1.2. **Elemente constructive şi aşchietoare.** Tarodul se compune din partea utilă $l_1 + l_2$ şi coada l_3 (fig. 8.47). Partea utilă este formată din partea aşchietoare l_1 (conul de atac) care execută aşchierea propriu-zis şi partea cilindrică de calibrare l_2 care are ca scop calibrarea filetului. Coada tarozilor de mînă şi a unora dintre tarozii de maşină are un capăt pătrat l_4 pentru prinderea tarozilor în clupă sau în dispozitivul de rotire.

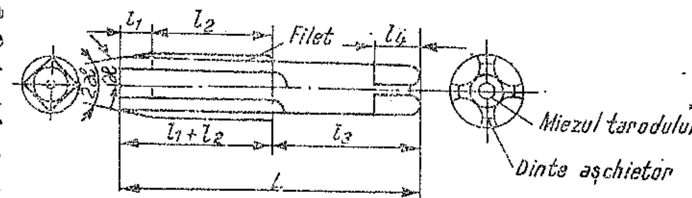


Fig. 8.47.

Celelalte elemente constructive ale tarodului (fig. 8.48) sînt : unghiul de degajare γ al conului de atac, unghiul de degajare γ' al părţii de calibrare, unghiul de aşezare α al conului de atac, unghiul de înclinare ϰ al conului de atac (fig. 8.47), unghiul la vîrful conului de atac 2 ϰ, unghiul de ascuţire principal β, unghiul de tăiere principal δ, unghiul profilului filetului ε (unghiul flancurilor).

5.1.3. **Date constructive** (STAS R 1112/4-75). *Lungimea conului de atac* l (fig. 8.49, *a*), se stabileşte astfel :

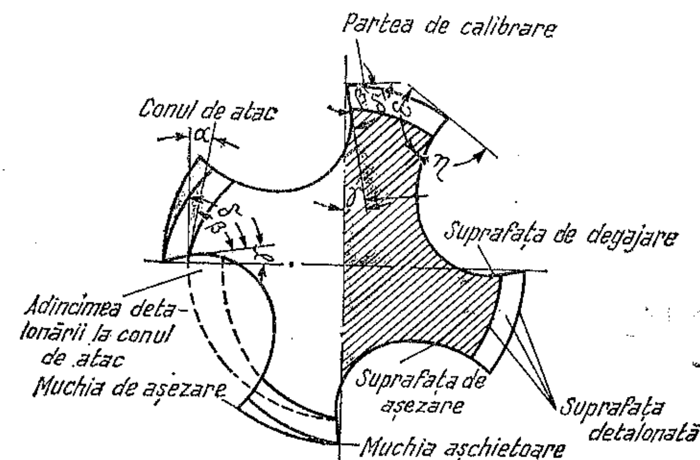


Fig. 8.48.

— pentru tarozii în seturi de 3 bucăţi, $l = 5p$ pentru tarodul de degroşare, $l = 3{,}5\ p$ pentru tarodul intermediar şi $l = 2p$ pentru tarodul de finisare ;

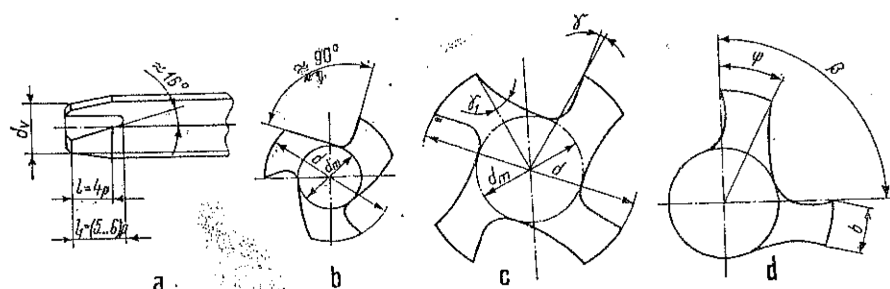


Fig. 8.49.

— pentru tarozii în seturi de 2 bucăți, $l = 6p$ pentru tarodul de degroșare și $l = 2p$ pentru tarodul de finisare;

— pentru tarozii individuali, $l = 6p$ pentru conul de atac forma A (lung, pentru găuri de trecere), $l = 4p$ pentru forma B (mediu, cu tăiș înclinat pentru găuri, de trecere, fig. 8.49, b), $l = 2p$ pentru forma C (scurt, pentru găuri înfundate), $l = 4p$ pentru forma D (mediu,pentru găuri de trecere și găuri înfundate cu ieșire a filetului suficient de mare) și $l = 20p$ pentru forma E (extralung, cum e cazul pentru piulițe). În mod curent, tarozii se execută cu forma C și E ale conului de atac.

Direcția canalelor este următoarea:

— tarozii în seturi au canale drepte;

— tarozii individuali se pot executa fie cu canale drepte, fie cu canale elicoidale, cu sensul elicei dreapta sau stînga, unghiul de înclinare al elicei fiind 15°, 35° sau 45°.

Forma canalelor este indicată în figura 8.49, *b* pentru tarozii cu trei canale și în figura 8.49, *c* pentru tarozii cu patru canale.

Primul caz se alege pentru tarozii cu $d < 5{,}5$ mm, iar al doilea caz, pentru tarozii cu $d > 5{,}5$ mm.

Numărul de dinți z se stabilește astfel:

— pentru tarozii cu filet cilindric, cu canale drepte, $z = 3$ pentru diametrul nominal $d =$ M1...M5,5, $z = 3...4$ pentru $d =$ M6...M30 și $z = 4...6$ pentru $d =$ M33...M100;

— pentru tarozii cu filet conic, cu canale drepte, $z = 4$ pentru $d = 6...27$ și $z = 6$ pentru $d = 30...60$.

Lățimea dintelui b (fig. 8.49, *d*) este dată de relația $b = d \sin \psi/2$, în care d este diametrul nominal al filetului tarodului [$\psi = (0{,}3...0{,}5)\beta$ și $\beta = 360°/z$], iar z — numărul de dinți.

Diametrul miezului d_m (fig. 8.49, *c*) este $d_m \approx 4{,}5\ d$ pentru $z = 3$ dinți; $d_m \approx 0{,}5\ d$ pentru $z = 4$ dinți; $d_m \approx (0{,}55...0{,}6)\ d$ pentru $z = 6$ dinți.

Diametrul minim al conului de atac d_v (fig. 8.49, *a*) se calculează cu relațiile: $d_v \approx d - 1{,}2\ p$, pentru tarozi cu filet cilindric; $d_v \approx d - 1{,}45\ p$, pentru tarozi cu filet conic.

Unghiul de degajare γ (fig. 8.49, *c*) se stabilește în funcție de materialul care se prelucrează, astfel: $\gamma = 12...15°$ la oțel nealiat cu rezistența de rupere la tracțiune R pînă la 400 N/mm²; $\gamma = 8...12°$ la oțel nealiat cu R pînă la 700 N/mm²; $\gamma = 6...8°$ la oțel nealiat cu R pînă la 900 N/mm²; $\gamma = 6...8°$ la oțel aliat cu $R = 700...900$ N/mm²; $\gamma = 3...6°$ la oțel aliat cu R peste 900 N/mm²; $\gamma = 8...10°$ la oțel turnat; $\gamma = 6...8°$ la fontă maleabilă; $\gamma = 2...3°$ la fontă cenușie pînă la 180 HB; $\gamma = 0...2°$ la fontă cenușie peste 180 HB; $\gamma = 3...6°$ la alamă, cu așchii lungi; $\gamma = 0...3°$ la alamă, cu așchii scurte; $\gamma = 6...8°$ la bronz; $\gamma = 15...20°$ la cupru, zinc, electron; $\gamma = 20...25°$ la aliaje de aluminiu, cu așchii lungi; $\gamma = 12...15°$ la aliaje de aluminiu, cu așchii scurte; în cazul fabricației curente tarozii se execută cu unghiul de degajare $\gamma = 10°$.

Unghiul de așezare α (fig. 8.48) pe partea de așchiere se realizează prin detalonare numai pe diametrul exterior al tarodului și are următoarele valori: $\alpha = 6-8°$ pentru tarozi de mînă; $\alpha = 8-12°$ pentru tarozi de piulițe; $\alpha = 8-12°$ pentru tarozi de mașină cu profil rectificat; $\alpha = 4-8°$ pentru tarozi pentru aliaje ușoare.

Adîncimea detalonării K rezultă din relația $K = (\pi \cdot d_i/z)\ \mathrm{tg}\ \alpha$, în care d_i este diametrul interior al filetului, iar z — numărul de canale.

Materialele folosite pentru execuția tarozilor sînt următoarele calități de oțel: — oțel carbon pentru scule OSC 12 (STAS 1700-71); — oțel slab aliat pentru scule CS 14 (STAS 3611-66); — oțel bogat aliat pentru scule Rp3 sau Rp5 (STAS 3611-66).

5.1.4. **Dimensiuni normalizate.** În tabela 8.14 sînt arătate diametrele nominale normalizate ale tarozilor pentru filete metrice, iar în tabela 8.45 tarozii pentru filete pentru țevi.

Tabela 8.44. **Diametre nominale normalizate ale tarozilor pentru filete metrice**

Poz	Felul tarodului	STAS	Diametre nominale
1	Tarozi scurți de mînă și de mașină	1112—75	1; 1,1; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2; 2,2; 2,5; 3; 3,5; 4; 5; 5,5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 14; 15; 16; 17; 18; 20; 22; 24; 25; 27; 28; 30; 32; 33; 35; 36; 39; 40; 42; 45; 48; 50; 52; 55; 56; 60; 64; 68; 70; 72; 75; 76; 80; 85; 90; 95; 100
2	Tarozi lungi de mașină	1112/8—75	3; 3,5; 4; 4,5; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 14; 15; 16; 17; 18; 20; 22; 24
3	Tarozi extra-lungi pentru piulițe	1112/9—75	3; 3,5; 4; 4,5; 5; 6; 7; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 24; 27; 30; 33; 36; 39; 42

Tabela 8.45. **Tarozi de mînă și de mașină pentru filet pentru țevi (STAS 1121/11–75)**

Filetul			
Simbol	Diametrul exterior d	Numărul de pași pe 5,4 mm	Pas p
6 1/8	9,728	28	0,907
G 1/4	13,157	19	1,337
G 3/8	16,662	19	1,337
G 1/2	20,955	14	1,814
(G 518)	22,911	14	1,814
G 3/4	26,441	14	1,814
(G 7/8)	30,201	14	1,814
G 1	33,249	11	2,309
(G 1 1/8)	37,898	11	2,309
(G 1 1/4)	41,910	11	2,309
G 1 1/2)	47,803	11	2,309
(G 1 3/4)	53,746	11	2,309
G 2	59,614	11	2,309

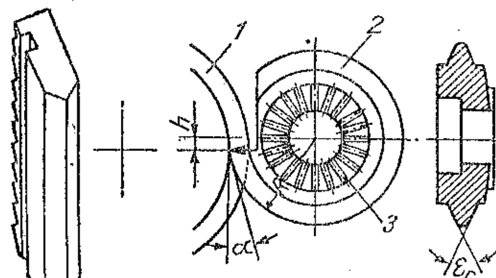


Fig. 8.50.

Fig. 8.51. Cuțit-disc: 1 – piesă; 2 – cuțit; 3 – rozetă dințată.

5.2. CUȚITE PENTRU FILETAT

Cuțitele pentru filetat se folosesc la executarea pe strung a filetelor exterioare sau interioare cu diferite profile (triunghiular, dreptunghiular, trapezoidal etc.).

5.2.1. Clasificare și descriere. După felul construcției, cuțitele pentru filetat se clasifică în cuțite simple și cuțite multiple.

a. **Cuțitele simple** se numesc astfel deoarece au un singur dinte, cu profil identic cu acela al filetului pe care trebuie să-l taie. Dintre cuțitele simple se folosesc în mod curent cuțitele normale, cuțitele prismatice și cuțitele-disc.

Cuțitele normale se execută cu secțiune pătrată, dreptunghiulară sau rotundă. Formele și dimensiunile pentru unele dintre aceste cuțite sînt indicate în tabela 8.46.

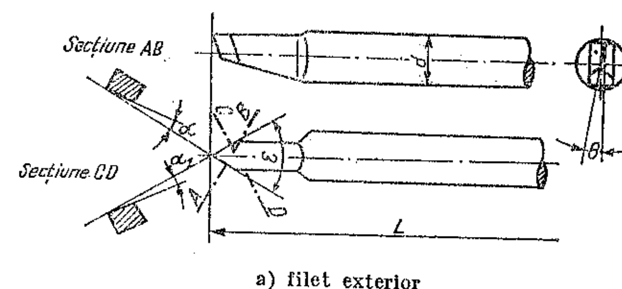
Cuțitele prismatice (fig. 8.50) prezintă avantajul realizării unei economii importante de oțel de scule. Ele sînt cuțite profilate care se ascut numai pe fața de degajare. În timpul lucrului, cuțitele prismatice se fixează înclinat în suporturi speciale, astfel ca unghiul de așezare să fie de circa 15°. Unghiul de degajare γ se stabilește în raport cu felul materialului care se filetează.

Cuțitele-disc (fig. 8.51) se execută cu un dinte cînd se prelucrează golurile dintre flancurile filetului, sau cu doi dinți cînd se prelucrează plinul filetului; ultima construcție este mai bună, deoarece îndepărtarea așchiilor se face în condiții mai bune.

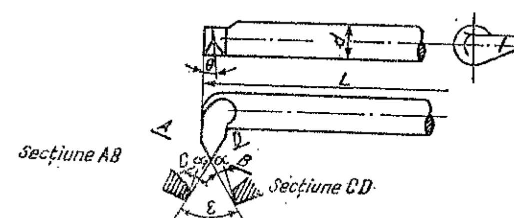
Unghiul de degajare $\gamma = 0°$ pentru cuțitele de finisare și are valorile 5–25° pentru cuțitele de degroșare.

Unghiul de așezare α se realizează prin montarea cuțitului-disc cu centrul ridicat cu înălțimea h față de centrul piesei care se filetează. Valoarea lui h se deduce din relația $h = R \cdot \sin \alpha$.

Tabela 8.46. **Cuțite pentru filet triunghiular**



a) filet exterior



b) filet interior pe dreapta

Dimensiunile cuțitului, mm				
	d	12	16	20
	L	250	250	300

Pentru filet în țoli (Whitworth) . . . . $\varepsilon = 55°$
Pentru filet metric . . . . $\varepsilon = 60°$
Pentru filet cu un singur început . . . . $\alpha = 10°$ și $\alpha = 5°$
Pentru filet cu mai multe începuturi . . . . $\alpha = 8° + 0,9\theta$ și $\alpha_1 = 8° - 0,9\theta$

Unghiul θ se stabilește în funcție de diametrul și tipul filetului (în țoli, metric etc.).

În raport cu tăișul cuțitului, unghiul θ pentru filet stînga este așezat simetric față de unghiul θ pentru filet dreapta.

De obicei, unghiul α variază între 10 și 12°.

Unghiul corectat ε_c al profilului filetului (din cauza supraînălțării cuțitului) se obține din relația $\text{tg}\, \varepsilon_c/2 = p/2t_c$, în care p este pasul filetului, mm, iar t_c — înălțimea profilului pe cuțit, mm.

Blocarea cuțitului în suport se face cu ajutorul rozetei dințate care se execută pe una sau pe ambele fețe laterale ale cuțitului.

b. Cuțitele multiple sînt scule pentru filetat realizate prin reunirea mai multor cuțite simple într-o singură sculă, numită pieptene.

După forma construcţiei pieptenii pentru filetat pot fi: pieptenii normali, pieptenii prismatici sau pieptenii-disc.

Pieptenii normali au o construcţie asemănătoare cuţitelor de strung şi se folosesc atît pentru execuţia filetului exterior cît şi a filetului interior (tabela 8.47).

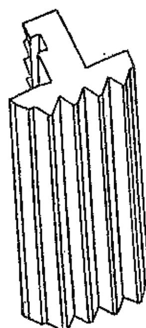


Fig. 8.52.

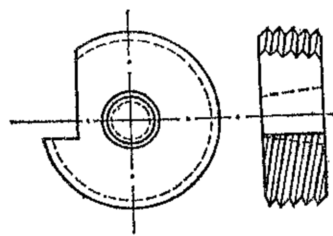


Fig. 8.53.

Pieptenii prismatici (fig. 8.52), ca şi cei normali, au circa $1^1/_2$ filete pentru partea de aşchiere, continuate cu alte 4—6 filete pentru partea de calibrare. Partea de aşchiere este teşită (unghiul de atac principal), spre deosebire de partea de calibrare, care este paralelă cu axa piesei care se strunjeşte. Fixarea acestor cuţite în poziţia de lucru se face cu ajutorul unor suporturi speciale.

Pieptenii-disc sînt cei mai mult folosiţi, deoarece se construiesc uşor. Ei se execută cu dinţi inelari sau în elice (fig. 8.53), ultimii fiind utilizaţi în special la filetele cu unghiul de înclinare mare. Pentru filete interioare, elicea filetului pieptenului trebuie să aibă acelaşi sens cu cel al filetului piesei, iar pentru filete exterioare are sensul contrar.

Pentru filete exterioare, diametrul pieptenului-disc poate fi egal sau mai mic decît diametrul piesei; dacă pieptenele folosit are un diametru mai mare, pentru menţinerea unghiului de înclinare este necesar ca pieptenele să aibă un anumit număr de începuturi n, care să satisfacă relaţia $n=D_m/d_m$, în care D_m este diametrul mediu al filetului pieptenului, iar d_m — diametrul mediu al piesei care se filetează.

Pentru realizarea unui profil corect al filetului piesei se impune executarea filetului pipetenului-disc după un profil corectat, care se obţine prin calcul.

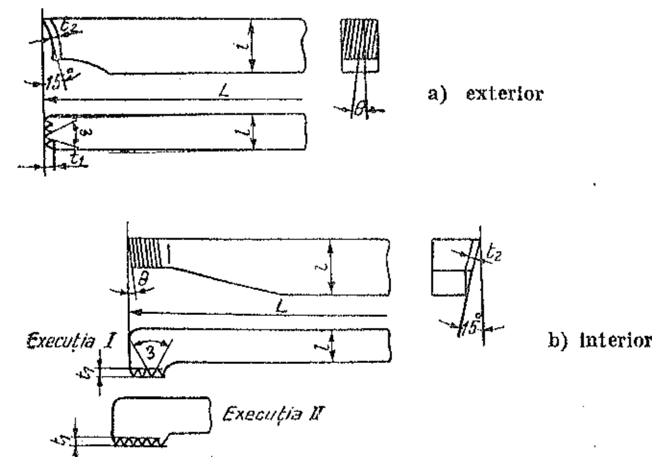
5.2.2. Forme şi dimensiuni ale cuţitelor pentru filetat. În ţara noastră, cuţitele pentru filetat nu sînt încă standardizate.

În tabelele 8.46—8.49 sînt indicate formele şi dimensiunile cîtorva cuţite pentru filetat, folosite în mod curent la executarea filetelor cu profil triunghiular, trapezoidal şi dreptunghiular.

5.3. FILIERE

Filierele sînt scule pentru filetarea exterioară a pieselor cilindrice. Ele se compun de obicei din una sau mai multe fălci montate pe un suport (de exemplu: mîner portfilieră, cap de filetat).

Tabela 8.47. **Cuţite pieptene pentru filet triunghiular**



Dimensiunile cuţitului, mm	l	10	16
	t	16	16
	L	200	250

Pentru filet în ţoli (Whitworth) . . . . $\varepsilon = 55°$.
Pentru filet metric . . . . $\varepsilon = 60°$.
La scula cu care se filetează cuţitul pieptene, se ia:
pentru filet în ţoli (Whitworth) . . . . $\varepsilon = 56°40'$.
pentru filet metric . . . . $\varepsilon = 61°40'$

$$t_2 = t_1 \cos 15° = 0{,}966\ h_1.$$

Unghiul θ se stabileşte în funcţie de diametrul şi tipul filetului în (ţoli, metric etc.).

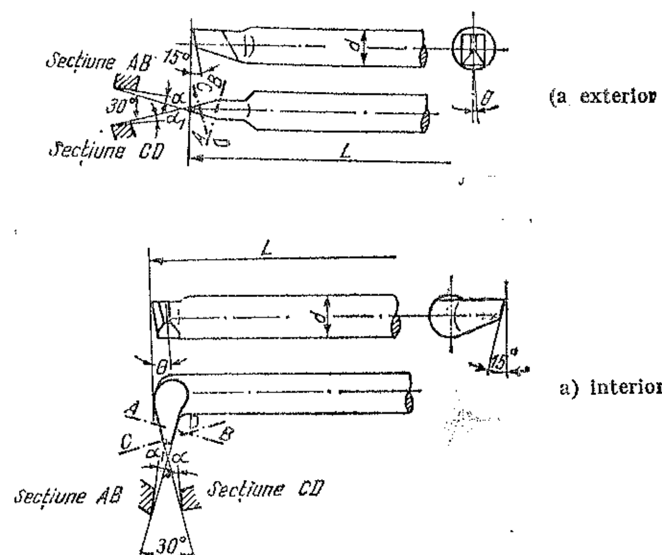
Dimensiunea t_1 corespunde filetului care se taie.

În raport cu tăişul cuţitului, unghiul θ pentru filet stînga este simetric cu unghiul θ pentru filet dreapta.

5.3.1. Clasificare şi descriere. După forma fălcilor se deosebesc: — filieră cu falcă rotundă; — filieră cu fălci prismatice; — filieră cu pieptenii (cap de filetat).

Filiera cu falcă rotundă, numită şi filieră rotundă, este constituită dintr-un disc de oţel cu o gaură centrală filetată, la periferia căreia sînt prevăzute găuri pentru evacuarea aşchiilor. Filiera rotundă reglabilă sau fixă (fig. 8.54) se fixează într-un mîner portfilieră (fig. 8.55), sau

Tabela 8.48. **Cuţite pentru filet trapezoidal**



Dimensiunile cuţitului mm	d	12	16	20
	l	250	250	300

La filete cu un singur început . . . . $\alpha = 8°$ şi $\alpha_1 = 2°$.
La filete cu mai multe începuturi . . $\alpha = 5° + 0{,}96\ \theta$ şi $\alpha_1 = 5° - 0{,}96\ \theta$.
Unghiul θ se stabileşte în funcţie de diametrul şi tipul filetului (în ţoli, metric etc.).
În raport cu tăişul cuţitului, unghiul θ pentru filet stînga este simetric cu unghiul θ pentru filet dreapta.

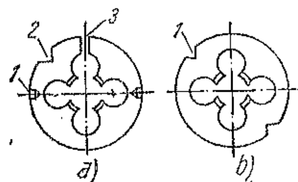


Fig. 8.54. Filieră rotundă:
a — reglabilă; b — fixă; 1 — locaşul şurubului de fixare a fălcii; 2 — locaşul şurubului de strîngere a fălcii pentru reglare; 3 — locaşul şurubului de lărgire a fălcii pentru reglare

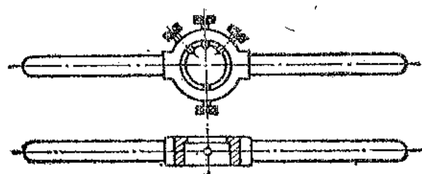
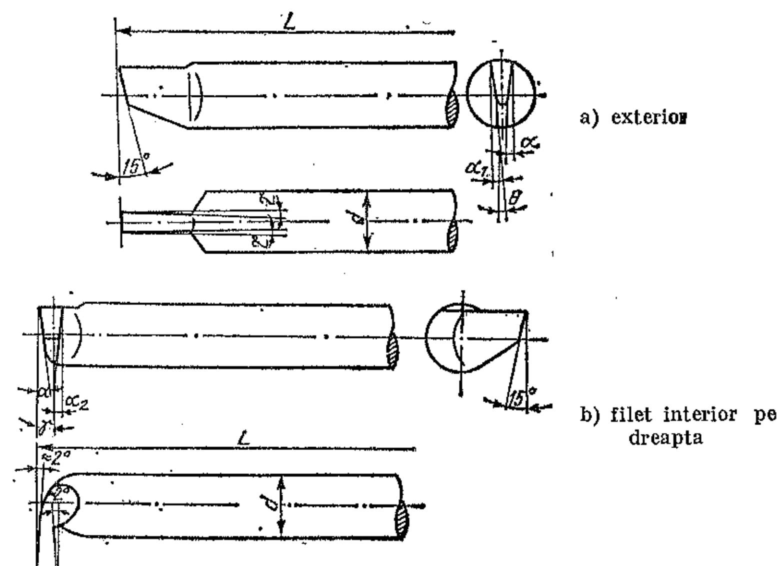


Fig. 8.55.

Tabela 8.49. **Cuţite pentru filet dreptunghiular**



Dimensiunile cuţitului mm	d	12	16	20
	L	250	250	300

La filete cu un singur început . . . . $\alpha = 8°$ şi $\alpha_1 = 2°$.
La filete cu mai multe începuturi . . $\alpha = 5° + \theta$ şi $\alpha_1 = 5° - \theta$.
Unghiul θ se stabileşte în funcţie de diametrul şi tipul filetului (în ţoli, metric, etc.).
În raport cu tăişul cuţitului, unghiul θ pentru filet stînga este simetric cu unghiul θ pentru filet dreapta.

într-o portfilieră (fig. 8.56) care se prinde la maşina care execută operaţia de filetare (de exemplu, strung normal, strungrevolver).

Filiera cu fălci prismatice este construită cu două fălci deplasabile care se montează într-un mîner portclupă cu ghidaje prismatice (fig. 8.57).

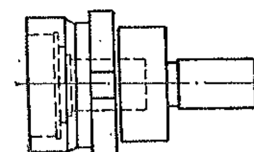


Fig. 8.56.

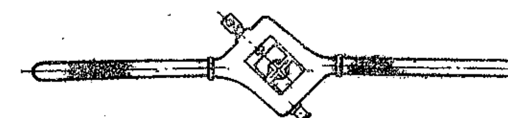


Fig. 8.57.

Pe măsura tăierii filetului, fălcile sînt apropiate cu ajutorul unui șurub de presiune.

Capul de filetat (filiera cu piepteni) este un aparat prevăzut cu patru piepteni de filetat dispuși radial, pentru filetarea exterioară la strunguri universale, strunguri revolver sau automate. El se poate construi cu depărtarea automată a pieptenilor la terminarea operației de filetare (fig. 8.58). Există și capete de filetat cu piepteni-disc, precum și capete de filetat cu piepteni așezați tangențial față de filetul tăiat.

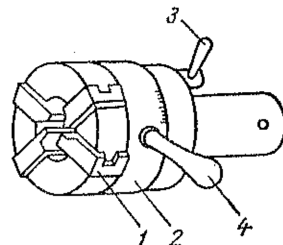


Fig. 8.58. Cap de filetat: *1* – pieptene; *2* – cap de filetat; *3* – pîrghie de reglare; *4* – mîner pentru depărtarea pieptenilor.

5.3.2. Elemente și date constructive pentru filiere rotunde (fig. 8.59). Elementele constructive și parametrii geometrici principali pentru filierele rotunde sînt: diametrul nominal (diametrul exterior al filetului) D, lățimea filierei h, lățimea dinților H, diametrul găurilor pentru evacuarea așchiilor d, numărul găurilor pentru evacuarea așchiilor z, unghiul de degajare γ, unghiul de așezare α, unghiul de atac 2ϑ, precum și diametrul, pasul, unghiul flancurilor și înălțimea filetului corespunzătoare filetului care se execută.

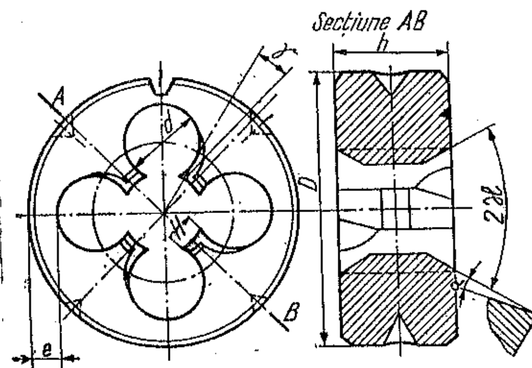


Fig. 8.59.

Forma și dimensiunile filierelor rotunde sînt standardizate prin STAS 1160-75.

Unghiul de degajare γ are următoarele valori:

10–12° pentru materiale dure;
15–20° pentru materiale cu duritate medie;
20–25° pentru materiale moi.

Unghiul de așezare α se ia în general de 7–9°.

Unghiul de atac $2\varkappa$ are valori cuprinse între 40° și 60°; pentru materiale dure se poate lua $2\varkappa = 30°$.

Grosimea e dintre fundul găurilor de evacuare a așchiilor și marginea filierei se ia:

$(0{,}15-0{,}12)D$ pentru filiere cu 3–5 găuri;
$(0{,}10-0{,}09)$ pentru filiere cu 6–8 găuri.

Lățimea dintelui H este indicată în standard pentru fiecare diametru nominal de filet.

Numărul de dinți z este egal cu numărul găurilor de evacuare a așchiilor. Numărul acestor găuri, în funcție de diametrul nominal al filetului, este indicat în tabela 8.50.

Diametrul exterior D al filierei și *lățimea h* pentru diferite diametre nominale ale filetului sînt indicate în tabela 8.51.

Materialele folosite la confecționarea filierelor rotunde sînt următoarele: oțel de scule MCW 14 sau C 15 STAS 3611-66 pentru filierele cu filet nerectificat și oțel rapid Rp4 sau Rp3 STAS 3611-66 pentru filierele cu filet rectificat sau lepuit.

Dimensiuni normalizate. În tabela 8.52 sînr arătate diametrele nominale normalizate pentru filierele rotunde, conform STAS 1160-74

Tabela 8.50. **Numărul de găuri pentru evacuarea așchiilor**

Diametrul nominal al filetului, mm	1,0–5,0	5,5–16	18–27	30–33	36–48	52
Numărul de găuri	3	4	5	6	7	8

Tabela 8.51. **Dimensiunile D și h ale filierelor rotunde**

Diametrul nominal al filetului mm	Dimensiunile filierei mm		Diametrul nominal al filetului mm	Dimensiunile filierei mm	
	D	h		D	h
1,0– 2,6	16	5	16–20	45	18
3,0– 4,0	20	5	22–24	55	22
4,5– 6,0	20	7	27–36	65	25
7,0– 9,0	25	9	39–42	75	30
10,0–11,0	30	11	45–52	90	36
12,0–14,0	38	14			

Tabela 8.52. **Diametrele nominale normalizate pentru filierele rotunde**

Tipul filierei	Diametre nominale
Filiere pentru filet metric (STAS 1160–74)	2; (2,2); 2,5; 3; (3,5); 4; (4,5); 5; (5,5); 6; (7); 8; (9); 10: (11); 12; (14); (15); 16; (17); (18); 20; (22); 24; (25); (26); (27); (28); 30; (32); (33); (35); 36; (38); (39); (40); 42; (45); 48; (50); (52) mm
Filiere pentru filetul în inci pentru țevi (STAS 1160–74)	(1/8); 1/4; 3/8; 1/2; (5/8); 3/4; (7/8); 1; (1 1/8); 1 1/4; (1 3/8); 1 1/2 in
Filiere pentru filet Withworth	3/16; 1/4; 5/16; 3/8; (7/16); 1/2; (9/16); 5/8; 3/4; 7/8; 1; 1 1/8; 1 1/4; (1 3/8); 1 1/2; (1 5/8); 1 3/4; (1 7/8); 2 in

6. FREZE

Frezele sînt scule cu unul sau cu mai multe tăișuri dispuse simetric în jurul lor și care printr-o mișcare de rotație efectuează așchierea.

6.1. CLASIFICAREA ȘI DESCRIERE

Frezele se clasifică, după diferite criterii, în următoarele tipuri:

După modul de executare a dinților:
- freze cu dinți frezați;
- freze cu dinți detalonați.

După felul de așezare a dinților pe suprafața frezei:
- freze cilindrice;
- freze cilindro-frontale;
- freze-disc;
- freze unghiulare;
- freze profilate.

După numărul dinților:
- freze cu dinți rari;
- freze cu dinți deși.

După sensul de tăiere:
- freze pentru tăierea pe dreapta;
- freze pentru tăierea pe stînga.

După modul de fixare a frezei:
- freze de gaură;
- freze cu coadă.

După felul suprafeței prelucrate:
- freze de alezor;
- freze de burghiu;
- freze de filet;
- freze de canale.

Freza cu dinți frezați (fig. 8.60) se folosește de obicei la prelucrarea suprafețelor plane care nu necesită o precizie înaltă dimensională. Dinții acestor freze sînt prelucrați prin frezare cu ajutorul unor freze speciale. Frezele cu dinți frezați pot fi: frontale, cilindrice, cilindro-frontale, disc, unghiulare etc.

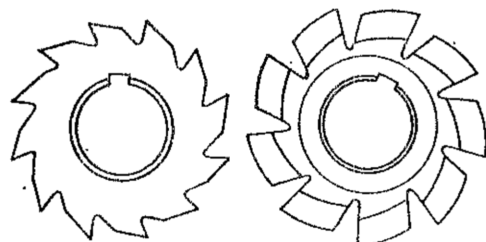


Fig. 8.60. Fig. 8.61.

Freza cu dinți detalonați (fig. 8.61) se recomandă pentru prelucrarea suprafețelor profilate. După ascuțire, profilul acestei freze, se menține aproximativ același. Detalonarea dinților se execută de obicei la strunguri de detalonat.

6.1.1. **Freze cilindrice.** (v. tabela 8.53, poz. 1—2). Majoritatea acestor freze au formele și dimensiunile standardizate. Din această categorie se menționează:

Freza cilindrică elicoidală. Dinții sînt frezați și dispuși pe suprafața laterală a unui cilindru cu lățimea mai mare decît diametrul. Dinții sînt tăiați în elice, cu un unghi de înclinare de 20° pentru frezele de tip I (cu 12 pînă la 18 dinți), 30° pentru frezele de tip II (cu 8—10 dinți) și 45° pentru frezele de tip III (cu 5—7 dinți). Frezele de tip I se folosesc la lucrări de finisare; frezele tip II se utilizează la lucrări de eboșare, iar cele de tip III la lucrări de eboșare a metalelor cu duritate medie și mică. Se folosește de obicei la prelucrarea suprafețelor plane la mașini de frezat orizontale.

Freza cilindrică cuplată se construiește de obicei cu dinți în elice și cu nuturi pe una dintre suprafețele frontale pentru a se putea face cuplarea a două freze. Ea se folosește la frezarea suprafețelor mari de oțel și fontă, cu avansuri mari, fără trepidații și presiune axială, la mașinile de frezat orizontale.

Pentru a se putea cupla un număr mai mare de freze, acestea se prevăd cu nuturi de cuplare pe ambele fețe frontale.

Freza cilindrică cu dinți rari se execută cu dinți elicoidali cu un unghi de înclinare de 40—60° și un unghi de degajare de 5—15°, în funcție de caracteristicile materialului de prelucrat. Ea se folosește în mod obișnuit la frezarea metalelor ușoare, cu productivitate mare, pe mașinile de frezat orizontale.

6.1.2. **Freze cilindro-frontale** (v. tabela 8.53, poz. 3—8). *Freza cilindro-frontală elicoidală* are forma cilindrică și este prevăzută cu dinți elicoidali atît pe suprafața laterală cît și pe una dintre suprafețele frontale. Ea se folosește la frezarea cu adîncime de așchiere mică sau mijlocie, precum și la frezarea de finisare a diferitelor materiale pe mașinile de frezat verticale.

Freza cilindro-frontală cu dinți rari se execută în general cu dinți elicoidali pe dreapta, cu unghi de înclinare mic și unghi de degajare mic. Ea se utilizează de obicei la operații de frezare cu adîncime de așchiere mijlocie sau mare, pentru degroșarea cu mare randament a pieselor de oțel și fontă, la mașinile de frezat verticale.

Freza cilindro-frontală cu coadă cilindrică este numită și freză-deget și se utilizează pentru frezarea suprafețelor verticale și orizontale care formează unghiuri drepte între ele, precum și pentru canale cu racordări. În mod obișnuit, ea se execută cu dinți elicoidali pe dreapta, cu așchiere pe dreapta.

Freza cilindro-frontală cu coadă conică se utilizează pentru aceleași lucrări ca și freza-deget. Gaura filetată din coadă servește la fixarea frezei în arborele principal cu ajutorul unui șurub lung care străbate arborele principal al mașinii de frezat.

Freza cu coadă cilindrică pentru canelat se execută de obicei cu doi dinți elicoidali pe dreapta. Unghiul de înclinare al elicei este de 10—12°. Ea se utilizează la frezarea canalelor precise.

Freza cu coadă conică pentru canelat are aceeași utilizare și construcție cu freza cilindrică pentru canelat, cu deosebirea conicității cozii.

Freza cu coadă conică, pentru canale T se execută în general cu dinți elicoidali în zig-zag, cu așchiere pe dreapta și cu o înclinare a elicei de

10°. Coada este prevăzută cu un gît subțire, astfel ca freza să poată pătrunde în canalul frezat inițial și care se prelucrează în formă de T.

6.1.3. **Freze-disc** (v. tabela 8.53, poz. 9—14). *Freze-disc pentru canale de pană.* Freza are corpul în formă de disc circular, avînd la periferie, de obicei, dinți mărunți cu unghi de degajare mic. Lățimea frezei se micșorează spre centru pentru eliminarea frecărilor în timpul lucrului. Se utilizează la frezarea canalelor precise și a locașurilor de pană.

Freza-disc detalonată se folosește la frezarea canalelor precise și a locașurilor de pană. Freza se execută cu dinții detalonați și cu mici fațete laterale rectificate, pentru asigurarea unei lățimi constante, pînă la uzarea definitivă a frezei.

Freza-disc cu trei tăișuri se execută de obicei cu dinți mărunți avînd un unghi de degajare mic și o mică înclinare a tăișurilor laterale, pentru eliminarea frecărilor în timpul așchierii. Cu aceste freze se pot prelucra canale mai puțin precise sau capete pătrate.

Freza-disc cu trei tăișuri cu dinți în zig-zag se execută cu dinți mari în zig-zag și se utilizează la frezarea cu adîncime de așchiere mijlocie sau mare a fontei și oțelului cu duritate foarte mare.

Freza-disc cu trei tăișuri cu dinți demontabili în zig-zag se execută cu dinți demontabili din oțel pentru scule bogat aliat sau cu plăcuțe din carburi metalice. Ea se utilizează la frezarea canalelor și a locașurilor de pană.

Freza ferăstrău este o freză-disc cu lățimea pînă la 5 mm, prevăzută cu dinți care pot avea dimensiuni și înclinări diferite. Pentru a nu se bloca în materialul pe care-l așchiază, freza este mai groasă la periferie și mai subțire spre centru. Ea se folosește la retezarea materialelor sau la frezarea canalelor înguste. Frezele ferăstrău se execută în două tipuri :

— tip I, cu dinți deși, pentru prelucrarea materialelor cu duritate mare și medie ;

— tip II, cu dinți rari, pentru prelucrarea materialelor cu duritate mică.

Freza pentru crestat se execută cu număr diferit de dinți și cu conicități mici în părțile laterale, pentru eliminarea frecărilor în timpul lucrului. Ea se folosește la frezarea canalelor mici și a crestăturilor de la capetele șuruburilor. Se execută în două tipuri :

— tip I, cu dinți deși, pentru prelucrarea materialelor cu duritate mare și medie ;

— tip II, cu dinți rari, pentru crestarea materialelor cu duritate mică.

6.1.4. **Freze unghiulare** (v. tabela 8.53, poz. 15—17). *Freza unghiulară conică* se folosește pentru frezarea canalelor drepte ale frezelor, alezoarelor, teșitoarelor etc. și la alte lucrări similare.

Freza unghiulară pentru canelarea frezelor detalonate cu dinți drepți se execută de obicei cu dinți mărunți, frezați, cu așchiere spre dreapta.

Freza unghiulară biconică se execută, în general, cu așchiere spre dreapta și are aceleași utilizări ca și freza unghiulară conică. Această freză este asimetrică.

6.1.5. **Freze profilate** (v. tabela 8.53, poz. 18—21). *Freza semirotundă convexă* se folosește la frezarea canalelor raionate sau de ghidare ; ea are în acest scop dinți detalonați în formă de semicerc.

Freza semirotundă concavă are dinții detalonați în formă de semicerc și se folosește la frezarea suprafețelor convexe sau a racordărilor

Freza semiconcavă se execută cu dinți detalonați și se utilizează la frezarea suprafețelor semiconvexe sau a racordărilor.

Freza-melc pentru arbori canelați se folosește la frezarea prin rostogolire a arborilor cu mai multe canale. De obicei, ea se execută cu degajări prevăzute cu adaos în vederea rectificării.

6.1.6. **Freze profilate modul** (v. tabela 8.53, poz. 22—23). *Freza-disc modul* se execută în serii cuprinzînd opt freze pentru modulele 1—8 și 15 freze pentru modulele 9—10. Profilul dinților acestor freze corespunde numărului de dinți și modulului roților dințate ce se prelucrează. În mod normal, unghiul de angrenare al acestor roți este de 20°. Se pot tăia dinți la roți dințate cu un număr mai mare decît 12 dinți. Această freză se folosește pentru tăierea dinților la roți dințate pe mașinile de frezat universale.

Freza-melc modul se utilizează pentru tăierea dinților pe mașinile de frezat roți dințate. Ea se construiește pentru seria de module de la 1 pînă la 20 și, de obicei, pentru un unghi de angrenare de 20°.

6.1.7. **Freză profilată pentru filetat** (v. tabela 8.53, poz.24). *Freza cu alezaj pentru tăiat filet metric* se execută cu profilul filetului rectificat în trei variante : cu degajarea uneia dintre părțile frontale (tipul C) cu degajări frontale în ambele părți (tipul B) și fără degajări frontale (tipul A). Ea se folosește la tăierea filetului pe mașinile de frezat.

6.2. ELEMENTE GEOMETRICE ȘI AȘCHIETOARE

6.2.1. **Elemente geometrice** (fig. 8.62 și 8.63). *Dintele* este elementul activ (așchietor) al frezei, prevăzut cu tăișuri. Dintele poate fi drept (paralel cu axa frezei), înclinat față de axa frezei sau elicoidal. El mai poate fi : frezat, detalonat, demontabil sau lipit.

Canalul este golul dintre doi dinți alăturați, care formează spațiul necesar depunerii și evacuării așchiilor în procesul de așchiere.

Tabela 8.53. **Dimensiuni normalizate pentru freze**

Denumirea frezei	Poz.	Schiţa	Dimensiuni normalizate: Simbol	Dimensiuni normalizate: Valori, mm
Cilindrică elicoidală (STAS 578—76)	1		D	50; 63; 80; 100
Cilindrică cuplată (STAS 4460—76)	2		D	63; 80; 100
Cilindro-frontală elicoidală (STAS 579—76)	3		D	40; 50; 63; 80; 100; 125; 160
Cilindro-frontală cu coadă cilindrică (STAS 1684/1—75)	4		D	2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20
Cilindro-frontală cu coadă conică (STAS 1683/1—75)	5		D	6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 32; 36; 40; 45; 50; 56; 63
Cu coadă cilindrică pentru canelat (STAS 1680—75)	6		D	2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20
Cu coadă conică pentru canelat (STAS 8161—75)	7		D	6; 7; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 32; 36; 40; 45; 55; 56; 63

Tabela 8.53 **(continuare)**

Denumirea frezei	Poz.	Schiţa	Dimensiuni normalizate: Simbol	Dimensiuni normalizate: Valori, mm
Cu coadă conică pentru canale T (STAS 1682—74)	8		D	5; 6; 8; 10; 12; 14; 18; 22; 28; 36
Disc pentru canale de pană (STAS 580—75)	9		D	50; 63; 80; 100; 125; 160; 200
Disc detalonat pentru canale (STAS 2214—76)	10		D	50; 60; 80; 100; 125; 160; 200
Disc cu trei tăişuri (STAS 2215/1—74	11		D	50; 63; 80; 100; 125; 160; 200
Disc cu trei tăişuri cu dinţi demontabili în zig-zag (STAS 4083—66)	12		D	75; 90; 110; 130; 150; 175; 200

Tabela 8.53 (continuare)

Denumirea frezei	Poz.	Schița	Dimensiuni normalizate: Simbol	Dimensiuni normalizate: Valori, mm
Ferăstrău cu dinți rari (STAS 1159—74)	13		D	32; 32; 40; 50; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315
Freze ferăstrău cu dinți fini pentru crestat (STAS 1159—74)	14		D	20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315
Unghiulară conică (STAS 3541—73)	15		α°	45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90
Unghiulară pentru canelarea frezelor detalonate cu dinți drepți (STAS 3543—67)	16		α° α°	18; 22; 30 55; 60; 70; 75; 80; 90; 100
Unghiulară biconică asimetrică (STAS 3542—67)	17		β°	15; 20; 25

Tabela 8.53 (continuare)

Denumirea frezei	Poz.	Schița	Dimensiuni normalizate: Simbol	Dimensiuni normalizate: Valori, mm
Semirotundă convexă (STAS 3546—67)	18		R	1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 12; 14; 16; 18; 20
Semirotundă concavă (STAS 3540—67)	19		R	1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 12; 14; 16; 18; 20
Semiconcavă (STAS 3545—67)	20		R	1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 18; 20
Melc pentru arbori canelați (STAS 3091—65)	21		D	seria ușoară 60...130 seria mijlocie 45...130 seria grea 50...90
Disc modul (STAS 2763—67)	22		D	1; 1,125; 1,25; 1,375; 1,5; 1,75; 2; 2,25; 2,5; 2,75; 3; 3,25; 3,5; 3,75; 4; 4,25; 4,5; 5; 5,5; 6; 6,5; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 14; 16; 18; 20

Tabela 8.53 (continuare)

Denumirea frezei	Poz.	Schiță	Dimensiuni normalizate	
			Simbol	Valori, mm
Melc modul (STAS 3092-67)	23		m	1; 1,25; (1,125); (1,375); 1,5; (1,75); 2; (2,25); (2,5); (2,75); 3; (3,25)
Pentru tăiat filet metric (STAS 3379-67)	24		D	45; 55; 65; 75; 85

Fundul canalului este suprafața dintre fundul canalului de evacuare a așchiilor care racordează spatele unui dinte cu fața de degajare a dintelui următor.

Unghiul canalului, *S*, este unghiul format de fața de degajare a unui dinte și porțiunea spatelui dintelui învecinat.

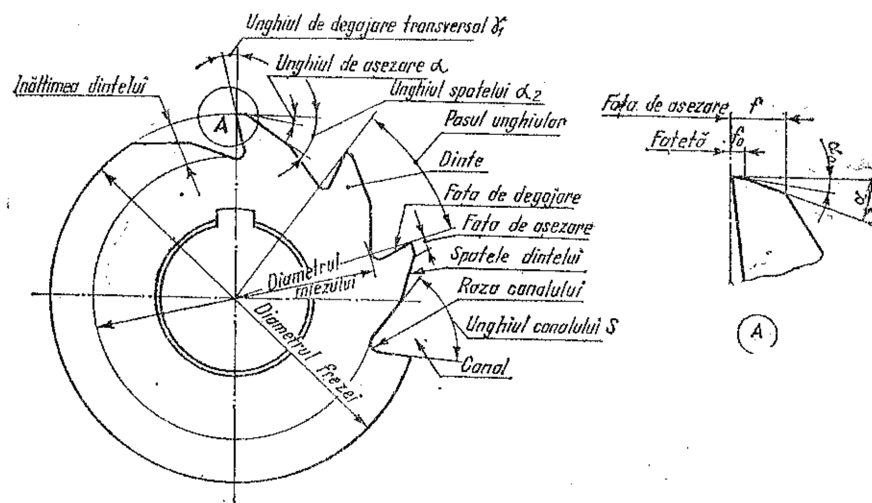


Fig. 8.62.

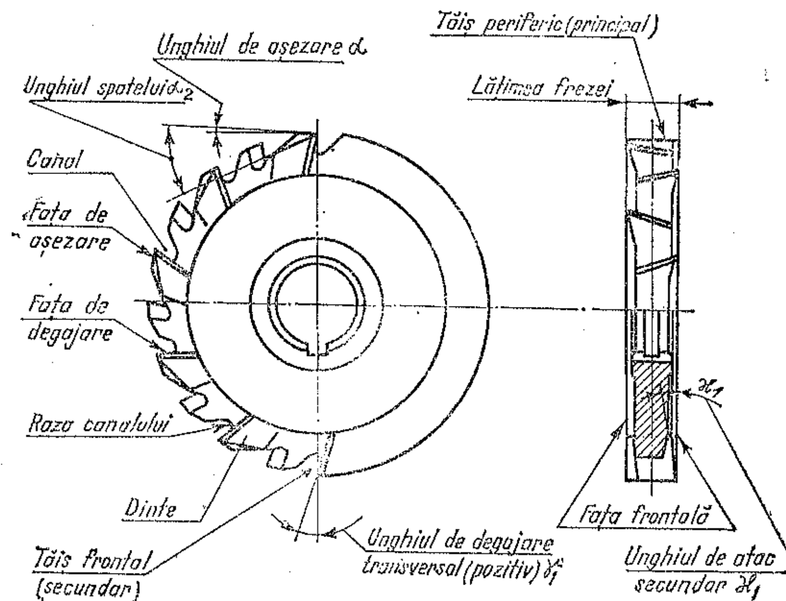


Fig. 8.63.

Fațeta este porțiunea foarte îngustă a feței de așezare sau a feței de degajare în imediata apropiere a tăișului, avînd un alt unghi și o rugozitate mai fină decît fața respectivă, prevăzută în scopul măririi durabilității tăișului. În cazul dinților periferici, fațeta poate fi o porțiune de suprafață cilindrică (de exemplu la frezele cilindrice) sau conică (de exemplu la frezele unghiulare). În cazul frezelor cu dinți elicoidali, lățimea fațetei se măsoară într-un plan perpendicular pe tăiș.

Fața de degajare este suprafața dintelui care trece prin tăiș, pe care alunecă așchiile detașate de pe piesa prelucrată.

Fața de așezare este porțiunea îngustă din spatele dintelui, adiacentă feței de degajare.

Tăișul este muchia formată de intersecția feței de degajare cu fața de așezare. El este compus din :

— tăișul principal, rectiliniu, curbiliniu sau cu un profil oarecare ;
— tăișul auxiliar, de pe partea frontală a frezei ;
— muchia teșiturii colțului dintre cele două tăișuri.

Pasul danturii, *p*, este distanța dintre tăișurile a doi dinți alăturați măsurată pe circumferința exterioară a frezei.

Pasul unghiular, δ, este unghiul la centru între tăișurile a doi dinți alăturați, măsurat într-un plan perpendicular pe axa frezei.

6.2.2. **Suprafețele de prelucrare.** La piesele supuse frezării deosebim următoarele suprafețe:

Suprafața de prelucrat (de așchiat), adică suprafața piesei care urmează a fi așchiată.

Suprafața prelucrată (așchiată), adică suprafața piesei care a fost așchiată.

Suprafața de tăiere (de așchiere), care ia naștere sub tăișurile frezei în timpul operației de frezare făcînd trecerea de la suprafața de prelucrat la suprafața prelucrată.

Planul de tăiere (de așchiere), adică planul tangent la suprafața de tăiere în punctul de examinat al tăișului.

6.2.3. **Canalele frezei.** Canalele frezei pot fi *drepte*, cînd sînt paralele cu axa frezei, sau *elicoidale.* Canalele de formă elicoidală pot fi pe dreapta sau pe stînga.

Unghiul de înclinare ω *al tăișului elicoidal* este unghiul dintre axa frezei și tangenta la elice (fig. 8.64), sau unghiul complementar al elicei tăișului.

Pasul tăișului elicoidal P este pasul elicei tăișului.

Pasul normal al dinților p este distanța dintre vîrdurile a doi dinți măsurată într-un plan normal pe tăișuri.

Canalele elicoidale se utilizează pentru obținerea unei frezări uniforme, cît și pentru darea unei anumite direcții așchiilor.

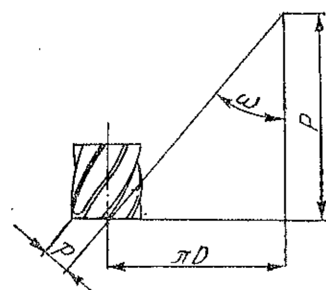
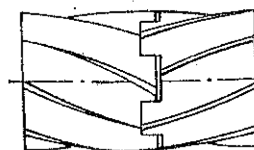


Fig. 8.64.


Fig. 8.65.

Pentru echilibrarea reciprocă a forțelor axiale, frezele se confecționează din două bucăți, care se montează pe dron cu direcția dinților elicoidali în sensuri opuse (fig. 8.65).

6.2.4. **Unghiurile frezei.** 6.2.4.1. *Tăișuri principale. Unghiul de degajare principal* γ, măsurat în planul normal pe tăiș, este unghiul dintre tangenta la urma feței de degajare, în punctul considerat al tăișului, și urma planului axial care trece prin același punct (fig. 8.66) și 8.67); acest unghi poate fi pozitiv, nul sau negativ.

Unghiul de degajare transversal γ_1, măsurat pîn planul normal pe axa frezei, este unghiul dintre tangenta la urma feței de degajare, în punctul considerat al tăișului, și raza care trece prin același punct (v. fig. 8.66 și 8.67).

Unghiul de așezare principal α, măsurat în plan normal pe tăiș, este unghiul dintre tangenta la urma feței de așezare în punctul considerat al tăișului și urma planului tangent în același punct la suprafața de revoluție generată de tăiș în mișcarea de rotație a frezei fără avans (v. fig. 8.66 îi 8.67).

Unghiul de așezare normal α_n, măsurat în planul normal pe tăiș, este unghiul dintre tangenta la urma feței de așezare în punctul considerat al tăișului și urma planului tangent în același punct la suprafața de revoluție generată de tăiș în mișcarea de rotație, fără avans, a frezei (v. fig. 8.66 și 8.67).

6.2.4.2. *Tăișuri secundare (cazul frezelor cilindro-frontale, frezelor disc și frezelor frontale cu dinți demontabili). Unghiul de degajare longitudinal* γ′, măsurat într-un plan tangent, în punctul considerat, la suprafața cilindrică coaxială cu freza, reprezintă unghiul dintre tangente la urma feței de degajare și o paralelă la axa frezei, care trece prin același punct (fig. 8.68). În cazul frezelor cilindro-frontale monobloc, acest unghi coincide cu unghiul de înclinare al tăișurilor elicoidale, ω (v. fig. 8.67).

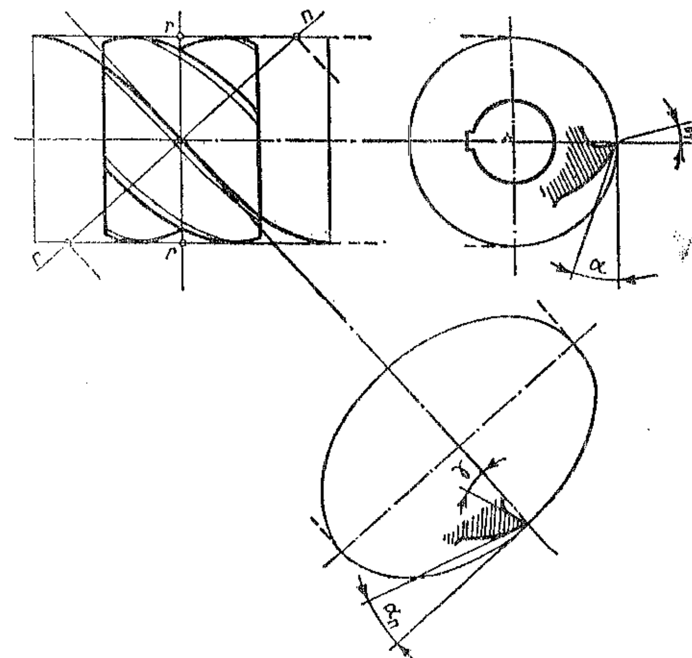


Fig. 8.66.

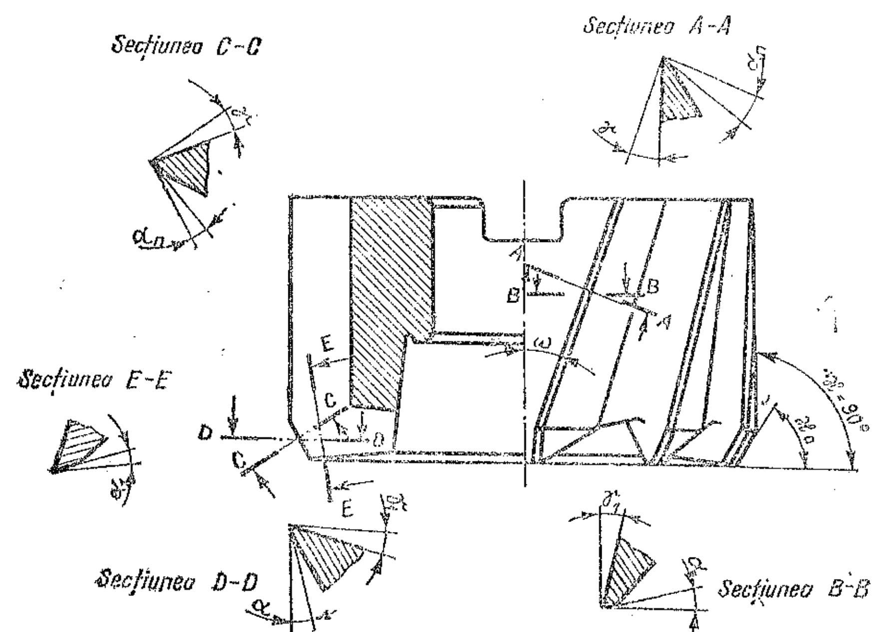


Fig. 8.67.

Unghiul de așezare secundar α_1, măsurat într-un plan normal pe tăișul secundar, este unghiul de așezare al tăișului secundar (v. fig. 8.67).

Unghiul de atac $\varkappa$, măsurat într-un plan axial care trece prin vîrful tăișului, reprezintă unghiul de înclinare ale proiecției teșiturii vîrfului pe acest plan, față de planul frontal (v. fig. 8.67 și 8.68).

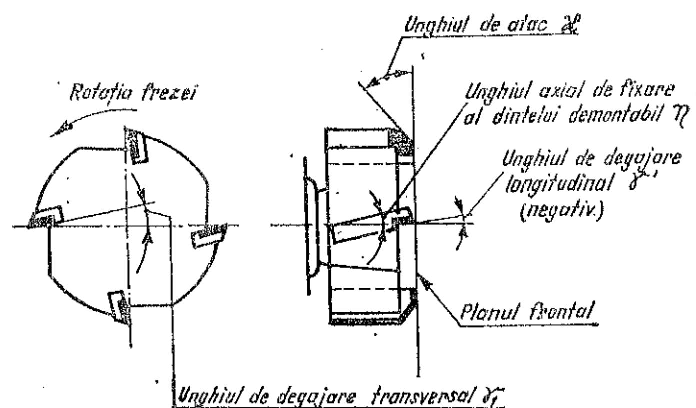


Fig. 8 68.

Unghiul de atac secundar $\varkappa_1$, măsurat într-un pan axial care trece prin vîrfuri tăișului, reprezintă unghiul de înclinare al proiecției teșturii vîrfului pe acest plan, față de planul frontal (fig. 8.69).

Unghiul de atac al teșiturii vîrfului $\varkappa_0$, măsurat într-un plan axial care trece prin vîrful tăișului, reprezintă unghiul de înclinare al proiecției teșiturii vîrfului pe acest plan, față de planul frontal (v. fig. (8.67 și 8.69).

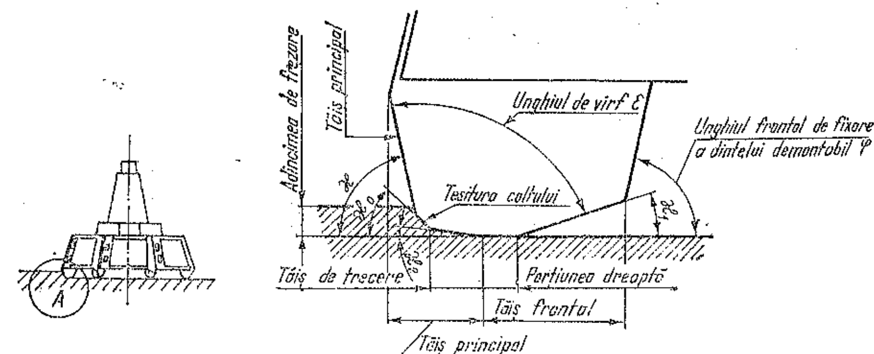


Fig. 8.69.

Unghiul de înclinare λ, este unghiul dintre tangenta la tăiș într-un punct dat și planul axial care trece prin acest punct (fig. 8.70). Acest unghi se prevede în general numai în cazul frezelor frontale cu dinți demontabili.

Unghiul vîrfului tăișului ε, este unghiul dintretăișul principal și tăișul secundar, măsurat în planul de bază constructiv (planul axial care trece prin vîrful tăișului), (v. fig. 8.70).

Unghiul frontal de fixare al dintelui demontabil φ, este unghiul dintre planul suprafeței laterale a dintelui și un plan perpendicular la axa frezei (v. fig. 8.70).

Unghiul axial de fixare al dintelui demontabil η, este unghiul dintre planul feței dintelui și o dreaptă care trece prin vîrful dintelui, paralelă cu axa frezei (v. fig. 8.68).

6.3. DATE CONSTRUCTIVE

Aceste date se referă la parametrii geometrici ai părții așchietoare a frezelor cu tăiș din oțel rapid.

6.3.1. Valorile unghiului de degajare principal. În tabela 8.54 sînt indicate valorile unghiului de degajare principal (γ) al frezei, în funcție de materialul de prelucrat.

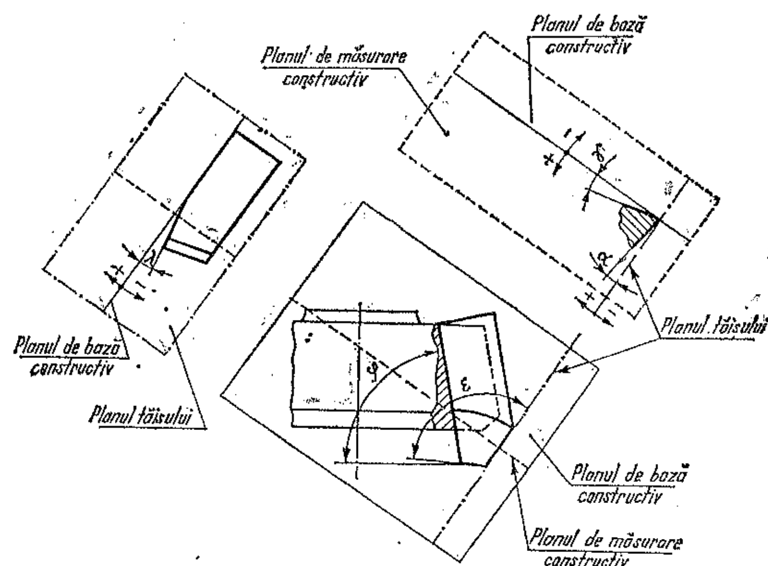


Fig. 8.70.

6.3.2. **Valorile unghiului de aşezare.** În tabela 8.55 sînt arătate valorile unghiului de aşezare principal α şi ale unghiului de aşezare frontal α_1, în funcţie de caracteristicile frezei.

6.3.3. **Valorile unghiului de atac.** În tabela 8.56 se găsesc valorile unghiurilor de atac al tăişului principal $\varkappa$ şi al teşiturii colţului $\varkappa_0$. Valorile unghiului de atac al tăişului auxiliar $\varkappa_1$ sînt redate în tabela 8.57.

6.3.4. **Valorile unghiului de înclinare al canalelor elicoidale.** În tabela 8.58 sînt indicate valorile unghiului de înclinare al canalelor elicoidale ω, pentru frezele de uz general pentru prelucrarea oţelului, fontei, bronzului, alamei etc.

6.3.5. **Lungimea tăişului de racordare.** Lungimea tăişului de racordare f_0 (muchiei aşchietoare de trecere) pentru diferite tipuri de freze este indicată în tabela 8.59, afară de cazurile cînd forma suprafeţei prelucrate impune alte valori.

6.3.6. **Numărul de dinţi.** În standardele de dimensiuni ale diferitelor tipuri de freze este indicat numărul de dinţi pentru frezele folosite la prelucrarea diferitelor materiale.

6.3.7. **Materiale.** Materialele folosite la fabricarea frezelor sînt umătoarele :

- oţel carbon pentru scule SCO 12 (STAS 1700-71);
- oţel aliat pentru scule C 120, Rp4 sau Rp3 (STAS 3611-66).

6.4. DIMENSIUNI NORMALIZATE

Dimensiunile normalizate pentru cîteva elemente constructive ale diferitelor tipuri de freze sînt indicate în tabela 8.53.

Tabla 8.54. **Unghiul de degajare (γ)**

Tipul frezelor	Material de preucrat	γ ±2'
Freze cilindrice, cilindro-frontale (cu alezaj sau cu coadă), disc cu două tăişuri, disc cu trei tăişuri (cu dinţi drepţi sau în zigzag) pînze de ferăstrău circular cu segmenţi	Oţel: $\sigma_r \leq 60$ kgf/mm²	20°*)
	$60 < \sigma_r \leq 100$ kgf/mm²	15°
	$\sigma_r > 100$ kgf/mm²	10°
	Fontă (cenuşie sau maleabilă): $HB \leq 150$	15°
	$HB > 150$	10°
	Bronz 100 ... 140 HB	10
	Aliaje de aluminiu	25°
	Aliaje de cupru	10°
Freze-ferăstrău (pentru debitat sau crestat)	Oţel, fontă, bronz, aliaje de cupru: – pentru lăţimea frezei $b \leq 0,5$ mm	0°
	– pentru lăţimea frezei $b = 0,6 \ldots 3$ mm	5°
	– pentru lăţimea frezei > 3 mm	10°
	Aliaje de aluminiu	20°
Freze profilate cu dinţi detalonaţi sau nedetalonaţi (ascuţiţi şi pe faţa de aşezare), freze unghiulare	Oţel şi fontă	10°**)

*) În cazul frezelor cu dinţi elicoidali, cu unghi de înclinare a elicei $\omega > 30°$ la prelucrarea oţelului avînd $\sigma < 60$ kgf/mm² unghiul de degajare se va lua $\gamma = 15°$.

**) Mărimea unghiului de degajare γ, pentru frezele profilate executate fără corectarea profilului tăişurilor frezei, este funcţie de abaterile admise la profilul piesei de prelucrat. În cazul necesităţii de a adopta $\gamma \geq 10°$, la prelucrarea prin frezare a profilelor precise, profilul tăişurilor frezei trebuie corectat în funcţie de valoarea adoptată pentru unghiul γ.

Observaţie. În cazul prelucrării oţelului, utilizarea altor valori pentru unghiul γ decît cele prevăzute în tabelul 8.54 poate fi justificată de faptul că aceste valori sînt influenţate şi de celelalte caracteristici fizico-mecanice al materialului prelucrat (în afară de rezistenţa la tracţiune σ), precum şi de condiţiile tehnologice date ale procesului de aşchiere. La fabricaţiile de serie mare şi de masă se recomandă deci a stabili, pe bază de încercări, valoarea optimă a unghiului γ, pentru materialul şi condiţiile tehnologice date, plecînd de la valoarea dată în tabelul 8.54.

Tabela 8.55. **Unghiurile de așezare (α și α_1)**

Tipul frezei	Caracteristicile frezei	Unghiul de așezare principal $\alpha \pm 2°$	Unghiul de așezare frontal $\alpha \pm 2°$
Freze cilindrice	monobloc cu dinți normali sau fini	16°	—
	monobloc cu dinți rari	12°	—
	deu dinți demontabili	12°	—
Freze frontale cu alezaj	monobloc cu dinți normali sau fini	16°	8°
	monobloc cu dinți rari sau cu dinți demontabili	12°	8°
Freze-disc cu două sau trei tăișuri	monobloc cu dinți normali sau fini, înclinați	16°	6°
	monobloc cu dinți rari, înclinați	12°	6°
	cu dinți demontabili înclinați		
Freze-disc pentru canale	cu dinți nedetalonați	20°	—
Freze-ferăstrău pentru crestat	D = 32 ... 80 mm	30°	—
Freze-ferăstrău pentru debitat și retezat	D = 50 ... 250 mm — cu dinți normali — cu dinți rari	10...12° 20°	—
Pînze de ferăstrău circular cu segmenți	$D >$ 275 mm	16°	—
Freze pentru canale T; freze pentru pene-disc	$D <$ 25 mm	25°	6°
	$D >$ 25 mm	20°	6°
Freze unghiulare	—	16°	8°
Freze profilate	cu dinți detalonați	12°	—
	cu dinți nedetalonați (ascuțiți și pe fața de așezare)	16°	—

Observații. 1. În cazul frezelor profilate detalonate, dacă este necesar a se asigura în orice punct al profilului tăișurilor frezei un unghi de așezare normal $\alpha \geq 3°$, valoarea unghiului de așezare principal din tabelă se va mări corespunzător, după caracteristicile profilului de prelucrat. *2.* La ascuțirea frezelor-ferăstrău pentru crestat, a frezelor-disc pentru canale și a frezelor pentru canale T nu se admite păstrarea pe tăișuri a unei fațete, rămase de la rectificarea cilindrică. *3.* Pentru toate celelalte tipuri de freze se admite o fațetă cilindrică a cărei lățime nu se va depăși: pentru frezele cu diametrul $D \leq 30$ mm ... 0,05 mm; pentru frezele cu diametrul $D > 30$ mm ... 0,10 mm.

Tabela 8.56. **Unghiuri de atac ($\varkappa$, $\varkappa_0$)**

Tipul frezei și domeniul de utilizare	Schița	Unghiul de atac $\varkappa$ și $\varkappa_0$
Freze cilindro-frontale cu alezaj sau coadă) și freze-disc cu două tăișuri, la prelucrarea a două suprafețe perpendiculare una față de cealaltă, sau a unor suprafețe cu praguri		$\varkappa = 90°$; $\varkappa = 45°$; f_0 = 0,5 ... 1,5 mm (în funcție de dimensiunea prescrisă în desen pentru racordarea suprafețelor de prelucrat)
Freze cu dinți demontabili, frontale sau disc cu două tăișuri, la prelucrarea unor suprafețe plane pe toată lățimea acestora, pentru adîncimea de frezare (a) la o trecere: — pentru freze frontale: $a \leq 6$ mm, — pentru freze disc: $a \leq 3$ mm		$\varkappa$ = 30 ... 45° (în funcți de valoarea lui a); $\varkappa_0 = \frac{\varkappa}{2}$; f_0 = 1... 1,5 mm $h = a$ + (0,5 ... 1 mm)
Freze monobloc, frontale sau disc cu două tăișuri, pentru adîncimea de frezare la o trecere $a \leq 6$ mm		$\varkappa = 60°$ $h = a$ + (0,5 ... 1 mm)
Freze frontale cu dinți demontabili, de diametru $D \geq 150$ mm, folosite la fabricații de serie mare sau de masă, pe mașini de frezat portale, în cazul adaosurilor mici de prelucrare (a = 2... ... 4 mm)		$\varkappa = 20°$

Tabela 8.56, (continuare)

Tipul frezelor şi domeniul de utilizare	Schiţa	Unghiuri de atac $\varkappa$ şi $\varkappa_0$
Freze-disc cu trei tăişuri cu dinţi drepţi sau în zig-zag		$\varkappa = 90°$ $\varkappa_0 = 45°$ $f_0 = 0,5 \ldots 1,5$ mm (în funcţie de dimensiunea prescrisă în desen pentru racordarea suprafeţelor laterale cu fundul canalului. Această teşire este deosebit de importantă în cazul frezelor cu dinţi în zig-zag)

Tabela 8,57. **Unghiul de atac al tăişului auxiliar** ($\varkappa_1$)

Tipul frezelor şi domeniul utilizare	Schiţă	Ughiul de atac al tăişului auxiliar $\varkappa_1$
Freze frontale cu dinţi demontabili pentru prelucrări de degroşare		$\varkappa_1 = 1 \ldots 2°$
Freze frontale cu dinţi demontabili, pentru prelucrări de finisare		$\varkappa_1 = 2 \ldots 3°$ $l_0 = (4 \ldots 6)\ s_0$, unde s_0 este avansul pe o rotaţie a frezei, în mm/rot
Freze monobloc cilindro-frontale, fără dinţi frontali, pentru prelucrări cu avans pe 1 dinte $s < 0,08$ mm		$\varkappa_1 = 8 \ldots 10°$
Freze monobloc cilindro-frontale, cu dinţi frontali		$\varkappa_1 = 1 \ldots 2°$

Tabela 8,57. (continuare)

Tipul frezelor şi domeniul de utilizare	Schiţă	Unghiul de atac al tăişului auxiliar $\varkappa_1$
Freze cilindro-frontale cu coadă: *a*) fără dinţi frontali, pentru prelucrări cu avans pe 1 dinte $s < 0,07$ mm	a	$\varkappa_1 = 8 \ldots 10°$
b) cu dinţi frontali	b	$\varkappa_1 = 1 \ldots 2°$
Freze-disc cu două sau trei tăişuri, cu dinţi drepţi sau în zig-zag *a*) pentru prelucrarea canalelor cu toleranţe largi la lăţimea canalului;	a	$\varkappa_1 = 1 \ldots 2°$
b) pentru prelucrarea canalelor cu toleranţe restrînse la lăţimea canalului şi rugozitate fină a suprafeţelor prelucrate	b	$\varkappa_1 = 30'$ $\varkappa_1' = 2°$ $l > (4 \ldots 6)\ s_0$, unde s_0 este avansul pe o rotaţie a frezei, în mm/rot
Freze-disc pentru canale, freze pentru canale T		$\varkappa_1 = 1°30' \ldots 2°$

Tabela 8.57 (continuare)

Tipul frezelor și domeniul de utilizare	Schița	Unghiul de atac al tăișului auxiliar $\varkappa_1$
Freze cu coadă pentru canelat		$\varkappa = 4 \ldots 6°$

Tabela 8.58. **Unghiul de înclinare al canalelor elicoidale (ω)**

Tipul frezei	Unghiul de înclinare al canalelor elicoidale
Freze cilindrice elicoidale :	
— cu dinți rari	40...45°
— cu dinți normali sau fini	30...35°
— cuplate	55°
Freze-cilindro-frontale cu coadă	30...45°
Freze pentru canale de pană	15...25°
Freze-disc monobloc :	
— cu două tăișuri	20°
— cu trei tăișuri	8...15°
— cu trei tăișuri, reglabile	15°
Freze-disc cu dinți demontabili :	
— pentru lățimea b> 15 mm	12...15°
— pentru lățime b< 15 mm	8...10°
Freze cilindro-frontale cu alezaj, monobloc sau cu cuțite demontabile	10°

Tabelk 8.59. **Lungimea tăișului de racoadre f_0 al frezelor**

Tipul frezei	Diametrul frezei, D mm		f_0 mm
Freză frontală și cilindro-frontală	$\varkappa = 90°$	$D \leq 90$	1
		$D > 90$	2
	$\varkappa < 90°$	—	2

Tabelul 8.59 (continuare)

Tipul frezei	Diametrul frezei D, mm	f_0 mm
Freză cu coadă	D<10	0,5
Freză deget	$D = 10 \ldots 25$	1
	$D > 25$	1,5
Freză disc	$D < 25$	0,3
	$D = 50 \ldots 90$	0,6
	$D > 90$	1,5
Freză ferăstrău cu lățimea B peste 3 mm	—	1,5

7. BROȘE

Broșele sînt scule așchietoare folosite la prelucrare găurilor străpunse sau a unor suprafețe exterioare. Ele au forma unei bare dințate sau a unei cremaliere, după cum sînt utilizate pentru prelucrări interioare sau pentru prelucrări exterioare.

Operația de broșare se poate executa prin tragere sau prin presare; sculele folosite în primul caz sînt denumite *broșe* iar în ultimul, *broșe-poanson.*

7.1. CLASIFICARE ȘI DESCRIERE

Broșele pot fi împărțite după diferite criterii în următoarele tipuri:

După modul de acționare:
- broșe pentru tragere, numite în mod obișnuit broșe;
- broșe pentru presare, numite și broșe-poanson.

După felul suprafețelor prelucrate:
- broșe pentru găuri rotunde;
- broșe pentru caneluri;
- broșe pentru diferite profile (de exemplu, poligoanele, cu dinți în evolventă etc.);
- broșe combinate (de exemplu, rotunde cu caneluri);
- broșe pentru caneluri și canale de pană.

După poziția suprafeței prelucrate:
- broșe pentru suprafețe interioare (de exemplu, găuri de diferite forme);
- broșe pentru suprafețe exterioare.

După calitatea suprafeței prelucrate și după metoda de lucru:
- broșe de așchiere;
- broșe de netezire.

După construcția dinților:
- broșe normale (cu dinți tăiați din corpul broșei);
- broșe cu dinți demontabili.

O utilizare mai mare au următoarele broșe:

7.1.1. **Broșe pentru găuri rotunde.** *Broșa cu dinți drepți* (fig. 8.71, *a*) se utilizează la prelucrarea găurilor cu o precizie corespunzătoare claselor 2 și 3.

Broșa cu dinți în elice (fig. 8.71, *c*) se construiește de obicei în jocuri (serii) de mai multe broșe, deoarece fiecare broșă dintr-un joc așchiază un adaos de prelucrare mic (de 0,2—0,4 mm). Se folosește în general, la broșarea găurilor lungi.

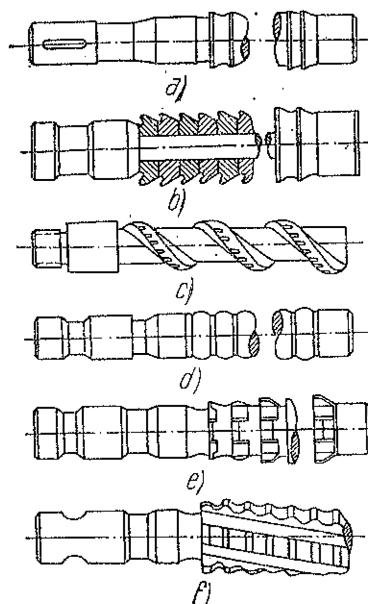


Fig. 8.71.

Broșa cu dinți demontabili (fig. 8.71,*b*) este executată din inele separate și se folosește la broșarea găurilor cu diametru mare.

Broșa de netezire (fig. 8.71, *d*) acționează prin deformarea plastică la rece a metalelor maleabile (oțel, aluminiu etc.). Se recomandă utilizarea acestor broșe la netezirea găurilor așchietoare în prealabil cu alte scule așchietoare sau la corectarea alezajelor în piesele deformate prin tartament termic.

Dinții broșei au formă rotunjită, fără muchii de așchiere, însă cu goluri pentru așezarea așchiilor.

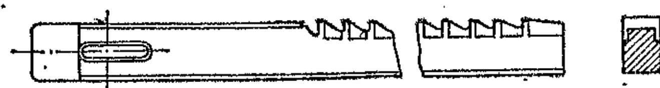
7.1.2. **Broșe pentru găuri poligonale.** Din această categorie fac parte broșele pătrate, hexagonale, dreptunghiulare, octogonale etc.

Pentru proiectarea acestor broșe există tabele speciale cu toate elementele de dimensionare corespunzătoare diferitelor dimensiuni ale găurilor.

7.1.3. **Broșe pentru caneluri.** *Broșa de canelat caneluri dreptunghiulare* (fig. 8.71, *e*) este constructiv asemănătoare broșei pentru găuri rotunde.

Broșa de canelat caneluri elicoidale (fig. 8.71, *f*) are dinții dispuși în elice; golurile dintre dinți sînt inelare sau elicoidale.

7.1.4. **Broșe pentru canale de pană.** În fig. 8.72 este arătată o broșă pentru canale de pană. Pentru operația de broșare se folosește

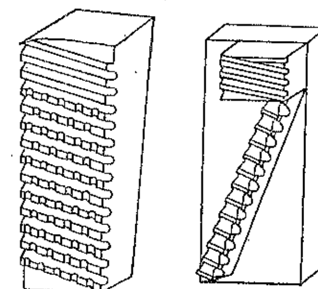

Fig. 8.72.

un dispozitiv prevăzut cu o bucșă de ghidare a broșei. Broșele pentru canale de pană pot fi broșe pentru tragere sau broșe-poanson.

7.1.5. **Broșe combinate.** Aceste broșe sînt folosite la prelucrarea succesivă și simultană a găurilor canelate sau dințate. Prima parte a broșei prelucrează gaura rotundă, iar partea a doua prelucrează canelurile sau dantura interioară; ambele părți ale broșei au dinții respectivi de calibrare.

Datorită execuției mai complicate, aceste broșe sînt costisitoare; ele prezintă însă avantajul că micșorează timpul de prelucrare, deoarece ambele operații de așchiere se execută dintr-o singură trecere.

7.1.6. **Broșe pentru broșare exterioară.** Aceste broșe se utilizează atît la prelucrarea suprafețelor plane cît și a celor profilate. Ele pot fi executate dintr-o bucată sau demontabile. În fig. 8.73 sînt indicate două tipuri de broșe pentru prucrarea suprafețelor metalice.


Fig. 8.73.

7.2. ELEMENTE ȘI DATE CONSTRUCTIVE

7.2.1. **Părțile componente ale broșei.** Părțile componente principale ale unei broșe pentru broșarea interioară (fig. 8.74) sînt: coada, partea de ghidare, partea așchietoare și partea de calibrare.

Coada 1 servește la prinderea broșei în capul port-sculă al mașinii de broșat. Forma cozii diferă după felul broșei și al mașinii de broșat. La broșele pentru prelucrări interioare, diametrul cozii este cu 0,5—1,0 mm mai mic decît diametrul găurii inițiale din piesă.

Partea de ghidare 4 are ca scop coducerea broșei la începutul operației de prelucrare. Ea are forma și dimensiunile găurii inițiale din piesă.

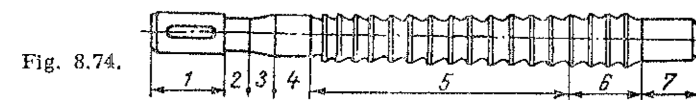


Fig. 8.74.

Partea așchietoare 5 desprinde cea mai mare parte din adaosul de prelucrare. Această parte este prevăzută cu un șir de dinți, care se măresc treptat de la partea de ghidare spre partea din spate a broșei. Fiecare dinte următor este mai mare decît cel precedent cu o anumită cantitate *s* care reprezintă *supraînălțarea pe dinte* sau *avansul pe dinte*

şi care corespunde grosimii aşchiei desprinse de acel dinte. Distanța dintre doi dinţi consecutivi reprezintă *pasul dinților* părții aşchietoare.

Partea de calibrare 6 execută faza finală a operației de broşare, obţinîndu-se atît netezimea suprafeţei cît şi precizia dimensională impusă.

Partea aşchietoare şi partea de calibrare constituie *partea utilă* a broşei.

La broşele cu dimensiuni mari se prevăd şi următoarele părţi: *gîtul 2*, *conul de racordare 3* şi *partea de ghidare posterioară 7* care se sprijină pe o lunetă şi menţine broşa în poziţie corectă în timpul prelucrării.

Celelalte elemente constructive ale unei broşe sînt: unghiurile de degajare şi de aşezare ale dinţilor de aşchiere şi de calibrare; profilul dintelui şi profilul golului dintre dinţi; avansul pe dinte; pasul dinţilor; numărul dinţilor de aşchiere şi de calibrare; forma şi dimensiunile cozii; lungimile părţilor de ghidare, de aşchiere şi de calibrare.

7.2.2. **Parametrii geometrici ai dinţilor.** Dinţii broşelor au forma asemănătoare cu aceea a cuţitelor. În fig. 8.75 sînt indicate atît unghiurile de formă ale dinţilor unei broşe, adică unghiurile α şi γ, cît şi unghiurile β şi δ.

Unghiul de aşezare principal α nu depinde de materialul piesei care se prelucrează; el are următoarele valori: 2°—3°30′ pentru dinţii de aşchiere ai broşelor de interior; 30′—1° pentru dinţii de calibrare ai broşelor de interior; 10° pentru dinţii de aşchiere şi calibrare ai broşelor de exterior.

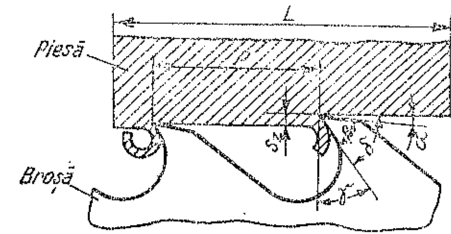


Fig 8.75.

Unghiul de degajare variază după materialul care se prelucrează. Pentru dinţii de calibrare, el are valori cuprinse între 0° şi 5°. Pentru dinţii de aşchiere valorile unghiului sînt arătate în tabela 8.60.

Supraînălţarea pe dinte s sau avansul pe dinte variază după felul materialului care se prelucrează şi după tipul broşei; în tabela 8.61 sînt indicate valorile lui s pentru broşe de interior şi de exterior la prelucrarea cîtorva materiale.

Pentru o calitate mai bună a suprafeţei prelucrate, se poate micşora supraînălţarea pe ultimii 3—5 dinţi.

Dinţii de calibrare se execută fără supraînălţare; ei au aceeaşi formă, acelaşi pas şi aceeaşi înălţime.

Pasul dinţilor de aşchiere p depinde de lungimea piesei care se prelucrează şi se calculează cu formula $p = (1,5...2)\sqrt{L}$, în care L este lungimea părţii broşate, mm.

Pentru dinţii de calibrare, valoarea pasului se ia 0,6—1,0 din valoarea pasului dinţilor de aşchiere.

Numărul dinţilor. Pentru partea de aşchiere, numărul de dinţi z se stabileşte de obicei cu formula $z = A/2s_z + (1-3)$ în care: A este adaosul maxim îndepărtat prin broşare, mm; s_z — avansul pe dinte (supraînălţarea pe dinte), mm.

Pentru partea de calibrare, numărul dinţilor z_c se ia între 3 şi 8; numărul mai mare de dinţi se ia pentru prelucrări de găuri cu o precizie dimensională mărită.

Tabela 8.60. **Valorile unghiului de degajare γ pentru dinţii de aşchiere ai broşelor**

Materialul prelucrat		γ°
Oţel	$\sigma_r < 60$ kgf/mm²	15—18
	$\sigma_r = 60 - 100$ kgf/mm²	12—15
	$\sigma_r > 100$ kgf/mm²	8—10
Fontă	HB ⩽ 150	8—10
	HB > 150	4— 8
Aluminiu		12—15
Bronz		0— 5
Compoziţie pentru lagăre		10—15
Cupru		15
Alamă dură		2
Alamă moal		6

Tabelk 8.61. **Valorile supraînălţării pe dinte s_z pentru broşe**

Materialul prelucrat	Broşarea exterioară a canalelor de pană	Broşarea interioară		
		De găuri cilindrice	De găuri canelate	De găuri poligonale
	Supraînălţarea unilaterală pe dinte, s_z mm	Supraînălţarea bilaterală pe dinte, $2s_z$ mm		
Oţel	0,05—0,20	0,04—0,10	0,08—0,16	0,04—0,30
Fontă cenuşie	0,06—0,12	0,04—0,10	0,08—0,16	0,04—0,30
Compoziţie pentru lagăre	—	0,12—0,24	—	—
Aluminiu	0,03—0,2	0,02—0,10	0,04—0,20	—

Profilul dintelui şi al golului dintre dinţi. Pentru o bună aşchiere, între suprafaţa secţiunii golului F şi suprafaţa secţiunii longitudinale a aşchiei F_1 trebuie să existe următoarea relaţie: $F/F_1 = k$, în care k este coeficientul de umplere a golului dintre dinţi şi are valorile indicate în tabela 8.62.

Tabela 8.62. **Valorile coeficientului de umplere k pentru broşe**

Supraînălţarea pe dinte, s_z mm	Materialul prelucrat			
	Oţel σ_r, kgf/mm²		Fonta Bronz	Alamă Aluminiu Cupru
	⩽70	>70		
< 0,03	2	3	1,5	2
0,03 —0,07	3	4	2	3
> 0,07	4	4,5	3	4

Formele folosite în mod curent pentru golul dintre dinți sînt cele indicate în fig. 8.76; forma este cea mai răspîndită.

Spatele dintelui este înclinat la 45°; adîncimea golului h se face de obicei de 0,3—0,4 din pasul dinților; valoarea razei r de rotunjire a fundului golului, se determină prin construcție. În tabela 8.63 sînt indicate dimensiunile recomandate pentru dinți și golurile dintre dinți, în funcție de pasul broșei, calculate pentru forma golului dintre dinți (considerată în fig. 8.76, *a*).

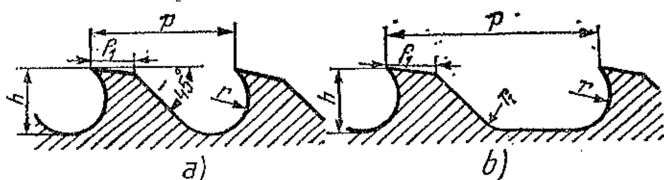


Fig. 8.76.

Tabela 8.63. **Dimensiuni pentru dinți și goluri dintre dinți, mm** (v. figura 8.76)

Suprafața secțiunii golului dintre dinți F mm²	Pasul dinților p mm	Adîncimea golului h mm	Lungimea feței de așezare f_1 mm	Raza de fund a golului r mm
3,0	6,0	2	2,5	1,0
5,8	7,0	2,3	3,0	1,25
7,0	8,0	2,7	3,5	1,5
12,5	10,0	3,6	4,0	2,0
19,3	12,0	4,	4,5	2,5
27,0	14,0	5,4	5,0	3,0
38,0	16,0	6,3	5,5	3,5
49,6	18,0	7,2	6,0	4,0
62,7	20,0	8,0	6,5	4,5
78,0	22,0	8,8	7,0	5,0

Pentru folosirea acestei tabele, se determină suprafața secțiunii longitudinale a așchiei F_1 (pe care o scoate un dinte al broșei), cu formula $F_1 = L \cdot s_z$

în care: L este lungimea de broșare;

s_z — supraînălțarea pe dinte.

Se determină apoi valoarea k pentru metalul care se prelucrează și se stabilește suprafața necesară a secțiunii golului dintre dinți cu formula $F = k \cdot F_1$.

Din tabela 8.63 se determină valorile pentru pas și celelalte dimensiuni ale profilului dinților și ale golului dintre dinți.

Canale pentru fragmentarea așchiilor. Pentru a se ușura lucrul broșei, se execută o serie de canale la periferia dinților cu ajutorul unei pietre abrazive.

Lățimea și adîncimea canalelor este de 0,5—1 mm, iar distanța dintre ele de 6—22 mm, în funcție de diametrul sau de lățimea broșei. Aceste canale se aranjează în zig-zag, pentru ca dintele următor să așchieze fîșia de metal rămasă în dreptul canalelor dintelui precedent.

Lungimea broșei. Lungimea părții utile L_u se stabilește cu relația: $L_u = p_a \cdot z_a + p_c \cdot z_c + 1{,}5L$,

în care: p_a și p_c sînt pașii dinților de așchiere și de calibrare;

z_a și z_c — numărul dinților de așchiere și de calibrare;

L — lungimea găurii sau a suprafeței broșate.

Lungimea cozii, a gîtului și a părților de ghidare se stabilesc ținînd seamă de dimensiunile cozii, de cele ale dispozitivului de prindere a sculei în mașină și de lungimea piesei prelucrate.

8. CONURI PENTRU SCULE

Pentru fixarea sculelor așchietoare cu cozi conice (de exemplu, burghie, alezoare, freze) la mașinile-unelte (de exemplu, în arborele principal, în pinolă) se folosesc uneori cozi și manșoane conice, iar alteori reducții conice. Forma și dimensiunile acestora sînt standardizate.

8.1. COZI ȘI MANȘOANE

În mod obișnuit, cozile și manșoanele pentru scule se execută după sistemul în inci (conuri Morse) sau după sistemul metric (conuri metrice). STAS 248-77 precizează forma și dimensiunile cozilor și manșoanelor Morse și metrice.

8.1.1. **Cozi conice.** Cozile conice se execută cu antrenor sau cu gaură filetată.

Cozile conice cu antrenor se confecționează cu con Morse sau cu con metric.

Cozile cu con Morse se execută în șapte dimensiuni, însemnate prin 0—6; zero reprezintă dimensiunea minimă, iar 6 indică dimensiunea maximă.

Cozile cu con metric se execută în cinci dimensiuni: 80; 100; 120; 160 și 200.

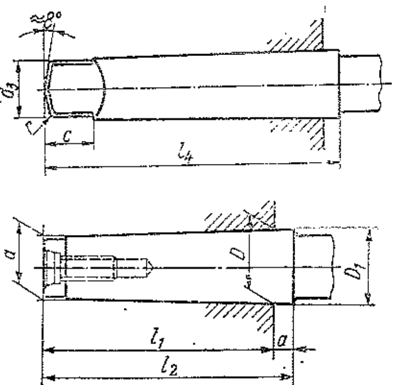
Formele și dimensiunile cozilor conice cu antrenor sînt arătate, după STAS 248-77, în tabela 8.64.

Cozile conice cu gaură filetată se confecționează cu con Morse sau cu con metric cu dimensiuni asemănătoare cozilor conice cu antrenor.

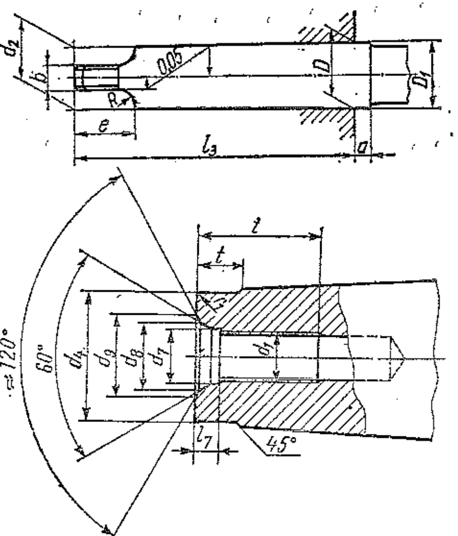
Formele și dimensiunile acestor cozi arătate, după STAS 248—77, în tabela 8.64.

Tabela 8.64. **Cozi conice (Morse şi metrice), cu antrenor, pentru scule (STAS 248-77)**

Dimensiuni în mm



Coadă conică cu antrenor



Coadă conică cu gaură filetată

Simbolizare		Dimensiuni de bază: Conicitate	Dimensiuni de bază: D	a	$D_1^{*)}$	$d_2^{*)}$	d_3 maxi-mum	l_3	l_4	b	c	e maxi-mum	R maxi-mum	r
Con Morse	0	1 : 19,212 = =0,05205	9,045	3	9,2	6,1	6	56,5	59,5	3,9	6,5	10,5	4	1
	1	1 : 20,047= =0,04988	12,065	3,5	12,2	9	8,7	62	65.5	5,2	8,5	13,5	5	1.2
	2	1 : 20,020= =0,04995	17,780	5	18	14	13,5	75	80	6,3	10	16	6	1,6
	3	1 : 19,92 = =0,05020	23,825	5	24,1	19,1	18,5	94	99	7,9	13	20	7	7
	4	1 : 19,254= =0,05194	32,267	6,5	31,6	25,2	24,5	117,5	124	11,9	16	24	8	2,5
	5	1 : 19,002= =0,05263	44,399	6,5	44,7	36,5	35,7	149,5	156	15,9	19	29	10	3

	6	1 ;19,180 =0,05214	63,34	8	63,8	52,4	51	210	218	19	27	40	13	4
Con metric	80	1 : 20=0,05	80	8	80,4	69	67	220	228	26	24	48	24	5
	100	1 : 20=0,05	100	10	100,5	87	85	260	270	32	28	58	30	5
	120	1 : 20=0,05	120	12	120,6	105	102	300	312	38	32	68	36	6
	160	1 : 20=0,05	160	16	160,8	141	138	380	396	50	40	88	48	8
	200	1 : 20=0,05	200	20	201	177	174	460	480	62	48	108	60	10
Con Morse	0	1 : 19,212= =0,05205	9,045	3	9,2	6,1	6	56,5	59,5	3,9	6,5	10,5	4	1
	1	1 : 20,047= =0,04988	12,065	3,5	12,2	9	8.7	62	65,5	5,2	8,5	13,5	5	1,2
	2	1 : 20,020= =0,04995	17,780	5	18	14	13,5	75	80	6,3	10	16	6	1,6
	3	1 : 19,922= =0,05020	23,825	5	24,1	19,1	18,5	94	99	7,9	13	20	7	2
	4	1 : 19,254= =0,05194	31,267	6,5	31,6	25,2	24,5	117,5	124	11,9	16	24	8	2,5
	5	1 : 19,002= =0,05263	44,399	6,5	44,7	36,5	35,7	149,5	156	15,9	19	29	10	3
	6	1 : 19,180= =0,05214	63,348	8	63,8	52,4	51	210	218	19	27	40	13	4
Con metric	80	1 : 20=0,05	80	8	80,4	69	67	220	228	26	24	48	24	5
	100	1 : 20=0,05	100	10	100,5	87	85	260	270	32	28	58	30	5
	120	1 : 20=0,05	120	12	120,6	105	102	300	312	38	32	68	36	6
	160	1 : 20=0,05	160	16	160,8	141	138	380	396	50	40	88	48	8
	200	1 : 20=0,05	200	20	201	177	174	460	480	62	48	108	60	10

Con Morse	5	1 : 19,002= =0,0523	44,393	6,5	44,7	129,5	136	37,6	M 20	35,7	21	26	30	40	11	2,5	10
	6	1 : 19,1806 =0,05214	63,348	8	63,8	182	190	53,9	M 24	51	25	31	36	50	12	4	16
Con metric	80	1 : 20=0,05	80	8	80,4	196	204	70,2	M 30	67	31	38	45	65	14	5	24
	100	1 : 20=0,05	100	10	100,5	232	242	88,4	M 36	85	37	45	52	80	16	5	30
	120	1 : 20=0,05	120	12	120,6	268	280	106,6	M 36	102	37	45	52	80	16	6	36
	160	1 : 20=0,05	160	16	160,8	340	356	143	M 48	138	50	60	68	100	20	8	48
	200	1 : 20=0,05	200	20	201	412	432	179,4	M 48	174	50	60	68	100	20	10	60

Observaţii. 1.*) D_1, d_2 şi d sînt valori aproximative. Valorile exacte rezultă din valoarea dimensiunii de bază D şi a conicităţii respective, ţinînd seama de lungimile a şi l_1 sau l_3 2. d_7, d_8, d_9, l_7 şi r_1 sînt valori informative.

8.1.2. Manşoane. Manşoanele se confecţionează pentru cozi cu antrenor şi pentru cozi cu gaură filetată.

Manşoanele pentru cozi cu antrenor se execută cu con Morse sau cu con metric. Forma şi dimensiunile, după STAS 248-77, sînt arătate în tabela 8.65.

Manşoanele pentru cozi cu gaură filetată se confecţionează de asemenea cu con Morse sau cu con metric. Forma şi dimensiunile sînt indicate în tabela 8.65.

8.1.3. Conuri Morse scurte. În STAS 6569-77 sînt arătate dimensiunile conurilor Morse scurte pentru scule:

— cu coadă fără gaură filetată,
— cu coadă prevăzută cu gaură filetată de strîngere în manşon.

8.2. REDUCŢII

Cînd coada sculei aşchietoare are o conicitate mai mică decît aceea a găurii arborelui maşiin-unelte, atunci se folosesc *reducţii lungi Morse* (STAS 251-77) sau *reducţii scurte Morse* (STAS 252-77). În acest caz scula aşchietoare se introduce în reducţie, iar aceasta în arborele maşinii-unelte.

În tabela 8.66 sînt indicate, după STAS 252-77, forma şi dimensiunile reducţiilor scurte Morse.

8.3. PENE DE EVACUARE PENTRU COZI MORSE ŞI METRICE

Pentru evacuarea cozilor de scule fixate în reducţii sau în arborii principali ai maşinilor-unelte, se folosesc pene speciale, ale căror formă şi dimensiuni sînt indicate în STAS 250-61.

9. CAPETE ŞI LOCAŞURI PĂTRATE DE ANTRENARE A COZILOR CILINDRICE PENTRU SCULE ROTATIVE

Dimensiunile standardizate pentru capetele de antrenare a cozilor cilindrice la sculele rotative sînt arătate în tabela 8.67.

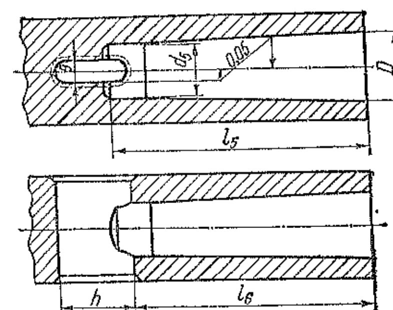
În tabela 8.68 sînt indicate dimensiunile standardizate pentru locaşurile pătrate de antrenare a portsculelor.

10. PIETRE ABRAZIVE

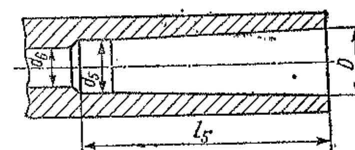
Pietrele abrazive sînt produse fasonate constituite din granule abrazive legate printr-un liant. Ele se folosesc la operaţii de aşchiere, de degroşare (de exemplu, polizare) sau finisare (de exemplu : rectificare, honuire, supranetezire) a pieselor metalice.

Tabela 8.65. **Manşoane pentru cozi Morse şi metrice (STAS 248—77)**

Dimensiuni în mm



Manşon pentru gaură cu antrenor



Manşon pentru gaură filetată

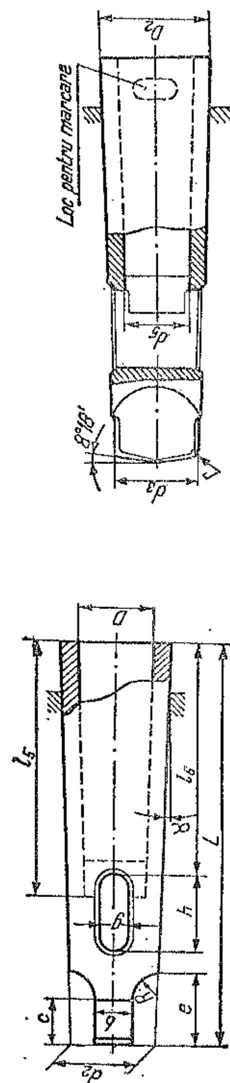
Manşoane pentru cozi cu antrenor

Simbolizare		Dimensiuni de bază: Conicitate	Dimensiuni de bază: D	d_5	l_5	l_6	g	h
Con metric	4	1 : 20 = 0,05	4	3	25	21	2,2	8
	6	1 : 20 = 0,05	6	4,6	34	29	3,2	12
Con Morse	0	1 : 19,212 = 0,05205	9,045	6,7	52	49	3,9	15
	1	1 : 20,047 = 0,04988	12,065	9,7	56	52	5,2	19
	2	1 : 20,020 = 0,04995	17,780	14,9	67	62	6,3	22
	3	1 : 19,922 = 0,05020	23,825	20,2	84	78	7,9	27
	4	1 : 19,254 = 0,05194	31,267	26,5	107	98	11,9	32
	5	1 : 19,002 = 0,05263	44,399	38,2	135	125	15,9	38
	6	1 : 19,180 = 0,05214	63,348	54,6	188	177	19	47
Con metric	80	1 : 20 = 0,05	80	71,5	202	186	26	52
	100	1 : 20 = 0,05	100	90	240	220	32	60
	120	1 : 20 = 0,05	120	108,5	276	254	38	70
	160	1 : 20 = 0,05	160	144,5	350	321	50	90
	200	1 : 20 = 0,05	200	182,5	424	388	62	110

Manşoane pentru cozi cu gaură filetată

Simbolizare		Dimensiuni de bază: Conicitate	Dimensiuni de bază: D	d_5	d_6	l_5
Con Morse	0	1 : 19,212 = 0,05205	9,045	6,7	—	52
	1	1 : 20,047 = 0,04988	12,065	9,7	7	56
	2	1 : 20,020 = 0,04995	17,780	14,9	11,5	67
	3	1 : 19,922 = 0,05020	23,825	20,2	14	84
	4	1 : 10,254 = 0,05194	31,267	26,5	18	107
	5	1 : 19,002 = 0,05263	44,399	38,2	23	135
	6	1 : 19,180 = 0,05214	63,348	54,6	27	188
Con metric	80	1 : 20 = 0,05	80	71,5	33	202
	100	1 : 20 = 0,05	100	90	39	240
	120	1 : 20 = 0,05	120	108,5	39	276
	160	1 : 20 = 0,05	160	145,5	52	350
	200	1 : 20 = 0,05	200	182,5	52	424

Tabela 8.66. **Reducții scurte Morse (STAS 252–77)**



Dimensiunile în mm

Con Morse Ext.	Con Morse Int.	L	D	D_2	d_2	d_3	d_5	l_5	l_6	h	g	e	b	c	R	r
1	0	80	9,045	12,963	8,972	8,7	6,7	52	49	15	4,1	13,5	5,2	8,5	5	
2	1	90	12,065	18,805	14,059	13,6	9,7	56	52	19	5,4	16,5	6,3	10,5	6	
3	1	115	12,065	24,906	19,131	18,6	9,7	56	52	19	5,4	20,0	7,9	13,0	8	
3	2	115	17,780	24,906	19,131	18,6	14,9	67	63	22	6,6	20,0	7,9	13,0	8	
4	2	140	17,780	32,427	25,154	24,6	14,9	67	63	22	6,6	24,0	11,9	15,0	10	
4	3	140	23,825	32,154	25,154	24,6	20,2	84	78	27	8,2	24,0	15,9	15,0	10	
5	3	170	23,825	45,495	36,547	35,7	20,2	84	78	27	8,2	30,5	11,9	19,5	12	
5	4	170	31,267	45,495	36,547	35,7	26,5	107	98	32	12,2	30,5	15,9	19,5	12	
6	4	220	31,267	63,892	52 419	51,3	26,5	107	98	32	12,2	45,5	19,0	28,5	16	
6	5	220	44,399	63,892	52 419	51,3	38,2	135	125	38	16,2	45,5	19,0	28,5	16	

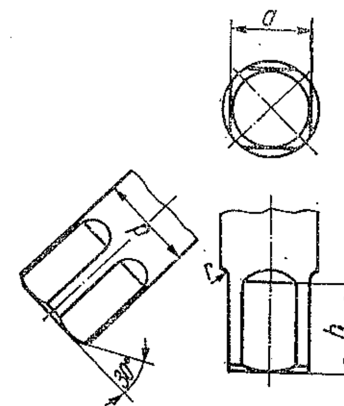


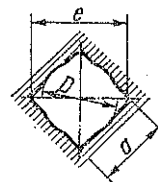
Tabela 8.67. **Capete pătrate pentru cozi cilindrice de scule (STAS 67–73)**

Dimensiuni în mm

Diametrul cozii d h 9 sau h 11	Cap pătrat a nominal	Cap pătrat h	Cap pătrat r	Diametrul cozii d h 8 sau h 11	Cap pătrat a nominal	Cap pătrat h	Cap pătrat r
1,12	0,90	4	0,1	11,20	9,00	12	0,6
1,25	1,00			12,50	10,00	13	
1,40	1,12			14,00	11,20	14	
1,60	1,25			16,00	12,50	16	
1,80	1,40			18,00	14,00	18	
2,00	1,60			20,00	16,00	20	1
2,24	1,80			22,40	18,00	22	
2,50	2,00			25,00	20,00	24	
2,80	2,24	5	0,2	28,00	22,40	26	1,6
3,15	2,50			31,50	25,00	28	
3,55	2,80			35,50	28,00	31	
4,00	3,15	6	0,4	40,00	31,50	34	2,5
4,50	3,55			45,00	35,50	38	
5,00	4,00	7		50,00	40,00	42	
5,60	4,50			56,00	45,00	46	
6,30	5,00	8		63,00	50,00	51	4
7,10	5,60			71,00	56,00	56	
8,00	6,30	9	0,6	80,00	63,00	62	
9,00	7,10	10		90,00	71,00	68	
10,00	8,00	11		100,00	80,00	75	

Observații. *1.* Abaterile limită de la diametrul d vor fi: pentru scule de precizie ridicată: h 9; pentru scule de precizie normală: h 11. *2.* Exemplu de notare a unui cap pătrat cu dimensiunea nominală a = 25 mm: **Cap pătrat *25* STAS *67–73***

Tabela 8.68. **Locașuri pătrate de antrenare pentru portscule (STAS 67–73)**



Dimensiuni în mm

d nominal	e min.	Forma	D. max.	a nominal	e min.	Forma	D max.
0,90	**1,27**			8,00	10,78		
1,00	**1,41**			9,00	11,98		
1,12	1,59			10,00	13,38		
1,25	1,79			11,20	15,18	A	
1,40	1,99			12,50	17,18		
1,60	2,21			14,00	19,21		
1,80	2,45			16,00	21,41		
2,00	2,74			18,00	23,81		
2,24	3,09	A	—	20,00	26,71		21,2
2,50	3,47			22,40	30,21		23,0
2,80	3,87			25,00	33,75		26,5
3,15	4,37			28,00	37,75		30,0
3,55	4,87			31,50	42,75		33,5
4,00	5,42			35,50	47,75		37,5
4,50	6,12			40,00	53,30	A sau B	42,5
5,00	6,85			45,00	60,30		47,5
5,60	7,65			50,00	67,30		53,0
6,30	8,65			56,00	75,30		60,0
7,10	9,65			63,00	85,35		67,0
				71,00	95,35		75,0
				80,00	106,35		85,0

Exemplu de notare a unui locaș pătrat forma *B* pentru portscule, cu dimensiunea nominală $a = 25$ mm: **Locaș pătrat B 25 STAS 67-73**

10.1. MATERIALELE PIETRELOR ABRAZIVE

Materialele principale care constituie corpul pietrei abrazive sînt granulele de material abraziv și lianții.

10.1.1. **Abrazivi.** *Materialele abrazive* sînt materiale cristaline dure, naturale sau sintetice, sub formă de granule care au proprietatea de a tăia așchii mici și numeroase dintr-un corp datorită vîrfurilor și muchiilor pe care le prezintă.

Granula de material abraziv este un cristal sau o particulă de cristal obținută prin sfărîmare sau măcinare.

Mărimea granulei abrazive se caracterizează convențional prin lățimea ei *b*, exprimată în microni μ.

Dimensiunile granulei abrazive sînt determinate de lungimea *l*, lățimea *b* și înălțimea *h* ale unui paralelipiped circumscris granulei respective. Raportul dintre aceste dimensiuni trebuie să fie $l > n > h$. Raportul dimensiunii maxime față de cea minimă nu trebuie să depășească valoarea 5 : 1.

Granulația reprezintă conținutul în granule de diferite mărimi, exprimat în procente de greutate (compoziția granulometrică).

Granulațiile de materiale abrazive se împart după dimensiuni în trei grupe:

- granule: 2 500 — 160 microni;
- pulberi: 160 — 40 microni;
- micropulberi: 40 — 3 microni.

Notarea granulațiilor se face astfel:

— granulele, cu numerele 200, 160, 125, 100, 80, 63, 50, 40, 32, 25, 20, 16;

— pulberile, cu numerele: 12, 10, 8, 6, 5, 4:

— micropulberile cu litera M urmată de numărul care exprimă dimensiunea maximă în microni a micropulberii: M 40, M 28, M 20, M 14, M 10, M 7, M 5.

Fiecare sort de granule pulberi și micropulberi, se caracterizează printr-o *compoziție granulometrică* exprimată în procente după cinci fracțiuni:

- fracțiunea limită;
- fracțiunea mare;
- fracțiunea principală;
- fracțiunea complexă;
- fracțiunea măruntă.

Notarea granulației se face după fracțiunea principală, de compoziția granulometrică respectivă.

Caracteristicile granulațiilor (numerele de granulație, dimensiunile granulelor în microni etc.) sînt indicate în STAS 1 753-60.

Șmilghelul (25—30% Al_2O_3) este tot un oxid de aluminiu ca și corindonul, însă calitativ inferior acestuia, din cauza impurităților pe care le conține.

Diamantul este abrazivul natural cu duritatea cea mai mare și se folosește în mod curent la așchieri de supranetezire (de exemplu, strunjire fină) sau îndreptare a pietrelor abrazive uzate.

Abrazivii sintetici sînt folosiți mai mult decît cei naturali, în special electrocorundul și carborundul.

— *Electrocorundul* este *corindonul sintetic* și se obține pe cale electrotermică din bauxită și cărbune. După conținutul în oxid de aluminiu, se deosebesc două calități: *electrocorund normal* (86—91% Al_2O_3) numit și alundun, abrazită, electrit etc. și *electrocorund extra* (96—99% Al_2O_3) de culoare albă.

— *Carborundul*, sau *carbura de siliciu*, este mai dur decît electrocorundul, însă mai puțin tenace, din care cauză se folosește (în special

carborundul verde) la prelucrarea materialelor foarte dure (de exemplu, plăcuţe din carburi metalice, oţeluri călite) sau sfărîmicioase (de exemplu, fontă, bronz). După conţinutul de carbon, se deosebesc două calităţi: *carborundul verde* (minimum 97% SiC) numit şi cristolon, carbolon, carbură de siliciu etc. şi *carborundul negru* (minimum 95% SiC). Carborundul verde are duritatea apropiată de cea a carburii de bor şi a diamantului, însă este mai puţin tenace decît electrocorundul; carborundul negru este mai puţin dur, însă mai tenace decît carborundul verde.

Pietrele abrazive cu lianţi ceramici se fabrică de obicei din următoarele materiale abrazive sintetice:

— electrocorindon normal (E) (electrocorund cu minimum 94,6% Al_2O_3);

— electrocorindon nobil (*E*) (electrocorund cu minimum 99% Al_2O_3);

— carbură de siliciu neagră (*C*);

— carbură de siliciu verde (*C*).

E şi C reprezintă simbolurile materialului abraziv.

10.1.2. **Lianţi.** Lianţii sînt materialele care leagă granulele de abrazivi. După compoziţia chimică, lianţii se clasifică în lianţi anorganici şi lianţi organici.

Lianţii anorganici includ lianţii ceramici (care au la bază un amestec de argilă, cuarţ, feldspat şi caolin ars la 1 200 — 1 300°C) şi lianţii minerali (silicaţi fluizi care se întăresc la 200°C sau oxiclorură de magneziu). Majoritatea pietrelor abrazive sînt fabricate cu lianţi ceramici, prin presare în forme, uscare în camere încălzite, urmată de ardere în cuptoare la temperaturi între 1 200 şi 1 300°C. Aceste pietre se folosesc la majoritatea prelucrărilor de rectificare cu sau fără lichid de răcire. Condiţiile tehnice ale pietrelor abrazive cu liant ceramic sînt indicate în STAS 4593-68.

Pietrele abrazive cu lianţi din silicaţi se uzează repede, nefiind prea dure; ele se folosesc, de obicei, la rectificarea plană uscată, fără lichid de răcire.

Lianţii organici sub formă de vulcanită, şelac, bachelită etc. sînt elastici şi rezistenţi la şocuri. Pietrele abrazive cu lianţi organici se pot confecţiona cu lăţimi mici şi sînt, de obicei, folosite la debitarea barelor, rectificarea profilelor înguste, ascuţirea sculelor etc.

Ele au o rezistenţă redusă la temperaturi înalte şi nu permit răcirea cu lichide de răcire.

10.2. CARACTERISTICILE PIETRELOR ABRAZIVE

Elementele care caracterizează o piatră abrazivă (v. şi STAS 1469-68) sînt:

— natura materialului abraziv;
— natura liantului;
— granulaţia (fineţe) abrazivului;
— structura;
— duritatea;
— forma şi dimensiunile.

Despre *natura materialului abraziv, a liantului şi a granulaţiei* s-au dat indicaţii în subcapitolul precedent (10.1).

Structura pietrei abrazive reprezintă raportul cantitativ dintre volumul granulelor abrazive, al liantului şi al porilor pe unitatea de volum.

După structura masei pietrei, se deosebesc: pietre cu structură foarte deasă, deasă, cu desime mijlocie, rară, foarte rară, poroasă. În tabela 8.69 sînt indicate aceste structuri cu simbolurile de la 0 la 12, folosite de firmele străine.

Tabela 8.69. **Clasificarea structurii pietrelor abrazive**

Structura	Foarte deasă	Deasă	Cu desime mijlocie	Rară	Foarte rară	Poroasă
Simbolul	0; 1	2; 3	4; 5; 6	7; 8	9; 10	11; 12

Cu cît structura este mai deasă, cu atît granulele sînt mai dese şi deci porii mai mici.

Structura unei pietre abrazive trebuie să fie cu atît mai deasă, cu cît materialul de rectificat este mai dur şi mai fragil şi invers. De asemenea, cu cît cantitatea de material ce trebuie îndepărtată este mai mare, cu atît porozitatea trebuie să fie mai mare şi invers.

Duritatea pietrei abrazive reprezintă rezistenţa complexului abraziv-liant la tendinţa de desprindere a granulelor abrazive de pe suprafaţa pietrei sub influenţa eforturilor exterioare născute în timpul lucrului.

Gradul de duritate a pietrelor abrazive reprezintă notaţia convenţională, cu litere mari de la E la Z, care exprimă duritatea pietrelor abrazive. După gradul de duritate, pietrele abrazive se împart conform STAS 1469-68 în cinci grupe de duritate: foarte moale, moale, mijlocie, tare şi foarte tare, aşa cum este arătat în tabela 8.70.

Tabela 8.70. **Clasificarea pietrelor abrazive după duritate**

Grupa de duritate	Foarte moale	Moale	Mijlocie	Tare	Foarte tare
Gradul de duritate	E; F; G;	H; I; J; K;	L; M; N; O	P; Q; R; S	T; U; V; Z

Observaţie. Fiecare literă reprezintă o duritate mai mare decît litera precedentă.

Grupa de duritate este gruparea convenţională a pietrelor abrazive care cuprinde grade de duritate apropiate.

10.3. CLASIFICAREA PIETRELOR ABRAZIVE CU ALIANT CERAMIC

După forma constructivă şi scopul utilizării, pietrele abrazive se clasifică în următoarele patru clase: pietre-disc, pietre cu coadă, pietre-segmenţi şi pietre-pile. Pentru fiecare dintre aceste patru clase se fabrică mai multe tipuri de pietre abrazive. În tabela 8.71 sînt indicate denumirile diferitelor tipuri de pietre abrazive, precum şi standardele dimensionale care au fost elaborate pînă în prezent.

Tabela 8.71. **Clasificarea pietrelor abrazive cu liant ceramic**

Poz.	Denumire	Tip	Forma secțiunii
	Pietre-discuri		
1	Piatră cilindrică plană (STAS 601/1—75)	—	
2	Pietre cilindrice cu degajare (STAS 601/3—75)	—	
3	Pietre cilindrice cu scobitori (STAS 601/2—75)	I	
4		II	
5	Pietre cilindrice cu umăr bilateral	I	
6		II	
7	Pietre cilindrice cu umăr bilateral	III	
8		IV	
9	Pietre conice plane (STAS 603—76)	I	
10		II	
11		III	
12	Pietre oală (STAS 605—76)	I	

Tabela 8.71. (continuare)

Poz.	Denumire	Tip	Forma secțiunii
13	Pietre oală (STAS 605-76)	II	
14	Pietre taler (STAS 604—76)	I	
15		II	
16	Pietre bitronconice (STAS 3818—76)	I	
17		II	
18	Piatră butoiaș	—	
19	Piatră mosor	—	
20	Piatră tronconică	—	
	Pietre-discuri		
21	Piatră cilindrică	I	
22	Piatră tronconică	II	

Tabela 8.71 (continuare)

Poz.	Denumire	Tip	Forma secțiunii
23	Piatră cilindro-conică	III	
24	Piatră cilindrică cu vîrful rotunjit	IV	
25	Piatră conică cu vîrful rotunjit	V	
26	Piatră cilindro-conică cu vîrful retezat	VI	
27	Piatră sferică	VII	
28	Piatră cilindrică cu vîrful emisferic	VIII	
	Pietre segmenți		
29	Piatră segment dreptunghiulară	I	
30	Piatră segment convex-concavă cu fețele laterale oblice (STAS 3639—76)	II	
31	Piatră segment convex-concavă cu fețele laterale paralele	III	
32	Piatră segment convex-plană (STAS 3639—76)	IV	

Tabela 8.71 (continuare)

Poz.	Denumire	Tip	Forma secțiunii
33	Piatră segment plan-convexă	V	
34	Piatră segment trapezoidală	VI	
	Pietre pilă		
35	Piatră cu secțiunea pătrată	I	
36	Piatră prismatică cu secțiunea dreptunghiulară	II	
37	Piatră cu secțiunea triunghiulară	III	
38	Piatră cu secțiunea circulară	IV	
39	Piatră cu secțiunea semicirculară	V	
40	Piatră cu secțiunea în formă de cuțit	VI	
41	Piatră piramidală cu secțiunea dreptunghiulară	VII	
42	Piatră cu nervură	VIII	

10.4. ALEGEREA PIETRELOR DE POLIZOR

Alegerea pietrelor abrazive se face, în general, în funcție de obiectul sau materialul de rectificat și de felul operației de prelucrare care se execută.

Astfel, în tabela 8.72 sînt indicate caracteristicile pietrelor de polizor pentru rectificarea rotundă exterioară, în tabela 8.73 pentru rectificarea rotundă interioară și în tabela 8.74 pentru rectificarea plană.

În tabela 8.75 sînt arătate caracteristicile corpurilor abraziv pentru ascuțirea sculelor așchietoare.

Tabela 8.72. **Caracteristicile corpurilor abrazive pentru rectificarea rotundă exterioară**

Felul operației	Materialul de prelucrat		Suprafața prelucrată: fără canal de degajare — Caracteristicile pietrei: materialul abraziv	granulația	duritatea	liantul ceramic	cu canal de degajare — materialul abraziv	granulația	duritatea	liantul ceramic
Cu avans de trecere	Oțel necălit		E	40...50	M—N	C	E	25...40	M—O	C
	Oțel călit	35...50 HRC	E En	40	L—M	C	E En	25...40	L—N	C
		50 HRC 50 HRC	E En	40	L—M	C	E En	25...40	L—O	C
	Fontă		Cn	40...50	K—L	C	—	—	—	—
Cu avans de pătrundere	Oțel necălit		E	40...50	M—N	C	E	25...50	N—P	C
	Oțel călit	35...50 HRC	E En	50	L—M	C	E En	25...40	M—O	C
		50 HRC	E En	50	L—M	C	E En	25...40	M—O	C
	Fontă		Cn	40...50	K—M	C	—	—	—	—

Tabela 8.73. **Caracteristicile corpurilor abrazive pentru rectificarea rotundă interioară**

Felul operației	Materialul de prelucrat		Caracteristicile: materialul abraziv	granulația	duritatea	liantul ceramic
Cu avans de trecere	Oțel necălit		E	25...40	M—N	C
	Oțel călit	30...50 HRC	E	16...40	M—L	C
		50 HRC	E En	16...50	K—L	C
	Fontă		Cn	40	K—L	C

Tabela 8.74. **Caracteristicile pietrelor abrazive pentru rectificarea plană**

Felul operației	Materialul de prelucrat		Caracteristicile pietrei: materialul abraziv	granulația	duritatea	liantul ceramic
Cu periferia pietrei	Oțel necălit		E	40...50	L—M	C
	Oțel călit	35...50 HRC	E	25...50	K—L	C
		50 HRC	E	25...40	K—L	C
	Fontă		Cn	40...50	L—M	C
Cu partea frontală a pietrei	Oțel necălit		E	40...50	L—M	C
	Oțel călit	35...50 HRC	E	40...50	K—L	C
		50 HRC	E	25...40	K—L	C
	Fontă		Cn	40...50	K—L	C

Tabela 8.75. **Caracteristicile corpurilor abrazive pentru ascuțirea sculelor așchietoare**

Sculele care se ascut	Denumirea materialului sculelor	Operația		Simbolul: materialul abraziv	granulația	duritatea	liantul*)
1	2	3		4	5	6	7
	Oțel carbon	Rectificarea corpului cuțitului		E	40...50	N	B
Cuțite pentru: — strung — raboteză	Oțel de scule și oțel rapid	Secțiunea cuțitului	⩽ 250 mm²	E	40...50	N—O	C
			⩽ 900 mm²		25...40	N	
			> 900 mm²		25		
	Carburi metalice	Ascuțire de degroșare		Cv	40...50	L—M	C
		Ascuțire de semifinisare			16...25		
		Finisare			16...25	N	
Cuțite roată pentru danturare	Oțel rapid	Ascuțirea feței de degajare		En	25	L	C
		Finisarea feței de degajare		Cv	6	N	B
Cuțite piepteni pentru danturare		Ascuțirea feței de degajare					
		Ascuțirea feței de degajare după golul dintelui		En	16	M	C

***) C—ceramic**
B—bachelitic

Tabela 8.75 (continuare)

Sculele care se ascut	Denumirea materialului sculelor	Operația	Simbolul: materialul abraziv	Simbolul: granulația	Simbolul: duritatea	Simbolul: liantul*)
1	2	3	4	5	6	7
Cuțite pentru profilare	Oțel rapid	Ascuțirea manuală a fețelor	E	25...40	L–N	C
		Ascuțirea automată a fețelor	E	25...40	L–M	C
		Finisarea manuală a fețelor cu pile abrazive	En	5	N	C
		Rectificarea plană cu pietre-oală	E	40...50	K–L	C
Cuțite pentru filetare	Oțel de scule	Ascuțire	E	25...40	M–N	C
	Oțel rapid	Ascuțirea feței de așezare și a feței de degajare cu piatră-oală	En	25	M	C
		Finisare cu piatră-oală	Cv	6	N	B
		Finisare manuală cu pilă abrazivă	En	5	N	C
Burghie spirale	Oțel de scule și oțel rapid	Ascuțire ⌀ ≤ 5 mm	En	8...12	L–M	C
		Ascuțire ⌀ = 5...40mm	E	25..40	N	
		Ascuțire ⌀ > 40 mm		50		
Alezoare	Oțel rapid	Ascuțirea feței de așezare cu piatră-oală	En	25	M	C
		Finisarea feței de așezare	Cv	6	N	B
		Superfinisarea manuală a feței de așezare cu pilă abrazivă	En	5	N	C
		Rectificare exterioară circulară	E	25...40	M–N	C
Adincitoare cu coadă conică	Oțel rapid	Tăierea canalelor	E	12...16	O–P	B
		Ascuțirea cu piatră oală	En	25...40	L–M	C
		Finisarea cu piatră oală	Cv	6	N	B
Adincitoare cu alezaj conic	Oțel rapid	Ascuțirea fețelor de așezare a dinților cu piatră-oală	En	25	M	C
		Ascuțirea feței de de degajare a dinților	En	...40	M	C
		Finisare	Cv	6	N	B

*) C—ceramic
B—bachelitic.

Tabela 8.75 (continuare)

Sculele care se ascut	Denumirea materialului sculelor	Operația	Materialul abraziv	Granulația	Duritatea	Liantul
Freze cilindrice cu dinți rari	Oțel rapid	Ascuțire	E	40...50	N	B
		Reascuțire	En	12		C
		Ascuțire		25	L–M	
		Finisare	Cv	6		B
Freze cilindrice cu dinți rari	Oțel rapid	Ascuțirea feței de degajare	E	25	N	C
		Ascuțirea feței de așezare	En		M	
		Finisarea feței de așezare	Cv	6	M	B
Freze frontale cu dinți demontabili	Carburi metalice	Ascuțirea feței de degajare		25	L–M	C
		Ascuțirea feței de așezare	En		M	
			Cv	40	K–L	
Freze modul	Oțel rapid	Ascuțirea feței de degajare	En	25	M	C
		Finisarea feței de degajare	Cv	6	N	B
Filiere	Oțel de scule și oțel rapid	Rectificarea prealabilă a filetului	En	6...10	N	C
		Rectificarea de semifinisare a filetului	En	4... 5	N	C
		Rectificarea de finisare a filetului	En	M28...M40	M–N	C
	Oțel rapid	Ascuțirea feței de degajare	En	40	L–M	C
		Finisarea feței de degajare	Cv	6	N	B
Tarozi	Oțel de scule și oțel rapid	Degroșarea	E	50	O–P	B
		Rectificarea plană a capului pătrat	E	24...40	N	C
		Rectificarea circulară a feței de așezare pe partea de atac	E	25...40	M–N	C
		Rectificarea cozii	E	25...40	N	B
		Tăierea canalelor fără frezare prealabilă	E	10	N	C
		Rectificarea canalelor	E	25...4	N	C
		Ascuțirea feței de degajare	E	16...40	M–N	C

Capitolul 9

TOLERANȚE ȘI AJUSTAJE

1. GENERALITĂȚI

1.1. CAUZELE ERORILOR DE PRELUCRARE

La prelucrarea oricărei piese, dimensiunile indicate pe desen nu pot fi realizate și nici măsurate cu o precizie matematică din cauze multiple, dintre care mai importante sînt următoarele:

— precizia insuficientă a mașinilor-unelte și a instrumentelor de măsurat;

— erori cauzate de uzura sculelor;

— erori provocate de așezarea și fixarea incorectă a pieselor pe mașinile-unelte etc.

Din proiectare se pot stabili, pentru orice piese, limitele între care pot varia dimensiunile acestora, limite care să asigure însă funcționarea corectă a mașinii în acest interval de dimensiuni.

Rezultă deci necesitatea de a se impune anumite limite la erorile admise pentru prelucrarea și pentru măsurare. Pe baza acestor erori admise se stabilesc așa-numitele toleranțe de fabricație, respectiv de măsurare. Deci în loc să se indice pe desen cotele numai prin valorile lor nominale (dimensiuni teoretice luate ca bază) se înscrie dimensiunea nominală a piesei și abaterile limită, care determină dimensiunea maximă, deci abaterea superioară admisă și dimensiunea minimă, deci abaterea inferioară admisă. Diferența între aceste dimensiuni limită reprezintă *toleranța de prelucrare*. Toleranța reprezintă deci o prescripție de precizie pentru execuție.

1.2. INTERSCHIMBABILITATEA

Producția în masă sau în serie a diferitelor mașini dispozitive etc, este posibilă numai dacă se respectă condiția de interschimbabilitate. Conform acestei condiții, piesele componente ale unei mașini fabricate în serie trebuie să se poată monta la oricare altă mașină identică fără nici o dificultate și fără a necesita prelucrări suplimentare. La o asemenea fabricație, fiecare piesă poate fi înlocuită cu alta de același fel.

Montarea mașinilor în asemenea condiții de realizează datorită faptului că toate abaterile admisibile de la dimensiunile nominale se stabilesc dinainte și sînt astfel alese, încît asigură posibilitatea de montare a pieselor fără ajustare suplimentară.

Numai prin respectarea acestor condiții se pot organiza depozite de piese de schimb care să asigure înlocuirea rapidă a pieselor uzate.

La stabilirea toleranțelor trebuie avut în vedere că abaterile admisibile la prelucrarea pieselor să fie suficient de mari, în scopul de a se evita numărul mare de piese rebutate, adică piese care depășesc limitele prescrie. Aceasta înseamnă că la alegerea dimensiunilor limită trebuie să se țină seama de precizia strict necesară pentru a se asigura funcționarea normală a piesei și de precizia economică care se poate realiza cu mașinile-unelte existente.

Dacă inițial toleranțele se stabileau numai pentru piesele care se asamblau după un anumit ajustaj între ele, mai tîrziu s-au prevăzut toleranțe ca prescripții de execuție pentru atelier, chiar în cazul pieselor fără condiții severe de funcționare, sau în fazele de lucru, în care unele abateri nu influențează scopul final al piesei. Astfel s-au elaborat standarde cu toleranțe pentru dimensiunile brute ale pieselor turnate din fontă (STAS 1592/1-74), ale pieselor turnate din oțel (STAS 1592/2-74) și pentru piese din oțel forjate liber (STAS 2171-70). De asemenea s-a elaborat un standard (STAS 2300-75) pentru stabilirea dimensiunilor limită la piesele la care dimensiunile sînt libere și deci nu au toleranțe prevăzute pe desenele de execuție.

Prescripțiile de precizie nu se referă numai la dimensiuni, ci și la forma geometrică, precum și la poziție. În acest sens se menționează STAS 7384-66 (Terminologie), STAS 7391/6-74 (Toleranțe la bătăi radiale și bătăi frontale), STAS 7391/2-74 (Toleranțe la circularitate și cilindricitate), STAS 7391/3-74 (Toleranțe la paralelism și perpendicularitate), STAS 7391/1-74 (Toleranțe la rectilinitate, planitate, forma dată a profilului și a suprafeței), STAS 7391/4-74 (Toleranțe la coaxialitate, la simetrie și la intersectare).

1.3. SISTEME DE TOLERANȚE

Un sistem de toleranțe stabilește anumite norme în domeniul de fabricație și în special în fabricația de serie, astfel ca fiecare ramură industrială să se poată încadra în acest sistem pentru o anumită precizie de lucru și un anumit fel de ajustare.

Diferitele țări și-au elaborat sisteme de toleranțe proprii. Astfel, în U.R.S.S. există sistemul de toleranțe OST, în Germania DIN iar la noi în țară sistemul de toleranțe și ajustaje STAS, care poate fi aplicat numai la produsele a căror documentație tehnică a fost elaborată și

aprobată înainte de data de 1 ianuarie 1969. După această dată,pentru toate construcțiile noi, în țara noastră se aplică sistemul de toleranțe și ajustaje ISO.

Toate datele referitoare la noul sistem de toleranțe și ajustaje ISO sînt cuprinse în standardele STAS 8100...8107-68.

2. NOȚIUNI DE BAZĂ

2.1. DIMENSIUNI, ABATERI, TOLERANȚE

Definițiile pentru dimensiuni, abateri, și toleranțe sînt precizate în sistemul de toleranțe și ajustaje, după cum urmează :

Dimensiunea exprimă, în unitatea de măsură aleasă, valoarea numerică a unei lungimi. Ea este una dintre caracteristicile liniare care determină mărimea unei piese (de exemplu, diametru, lungime etc.). Dimensiunea înscrisă pe un desen tehnic se numește *cotă*.

Dimensiunea nominală N (fig. 9.1—9.3) este valoarea luată ca bază pentru a caracteriza o anumită dimensiune indiferent de diferențele admise, inerente imperfecțiunii de execuție și necesare asamblării cu un anumit joc sau strîngere (de exemplu $N = 50$).

Dimensiunile nominale adoptate la proiectarea pieselor se aleg din șirurile de numere normale reglementate prin 283-69 și respectiv STAS 75-72.

Dimensiunea efectivă E este dimensiunea a cărei valoare se obține prin măsurarea piesei (de exemplu 49,96).

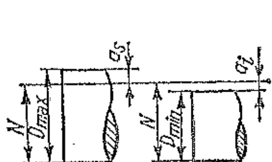


Fig. 9.1.

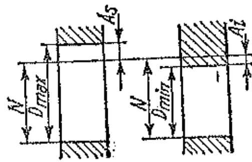


Fig. 9.2.

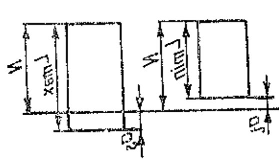


Fig. 9.3.

Dimensiunea efectivă a unei piese trebuie să fie cuprinsă între cele două dimensiuni limită.

Dimensiunile limită sînt : *dimensiunea maximă* (de exemplu 49,98) care se notează prin D_{max}, L_{max} etc. și *dimensiunea minimă* (de exemplu 49,93) care se notează prin D_{min}, L_{min} etc.

Abaterea este diferența algebrică dintre o dimensiune (efectivă, maximă etc). și dimensiunea nominală corespunzătoare.

Abaterea efectivă A este diferența între dimensiunea efectivă și dimensiunea nominală. De exemplu :

$$A = E - N = 49,96 - 50 = -0,04.$$

Abaterea superioară este diferența între dimensiunea maximă și dimensiunea nominală. Abaterea superioară efectivă în exemplul de mai sus pentru alezaj se notează cu A și are valoarea :

$$A_s = D_{max} - N = 49,98 - 50 = -0,02.$$

Abaterea inferioară este diferența între dimensiunea minimă și dimensiunea nominală. Abaterea inferioară efectivă în exemplul de mai sus pentru alezaj se notează cu A și are valoarea :

$$A_i = D_{max} - N = 49,93 - 50 = -0,07.$$

În cazul arborelui, abaterea superioară se notează cu a, iar abaterea inferioară cu a .

Noțiunile de dimensiuni și abateri sînt concretizate în figura 9.1 pentru arbori și în figura 9.2 pentru alezaje.

Abaterile limită sînt cele două abateri (superioară și inferioară) obținute ca diferențe algebrice dintre dimensiunile limită și dimensiunea nominală corespunzătoare.

Toleranța T este diferența dintre dimensiunea maximă și dimensiunea minimă (figura 9.3). Toleranța efectivă în exemplul de mai sus este $T = D_{max} - D_{min} = 49,98 - 49,93 = 0,05$.

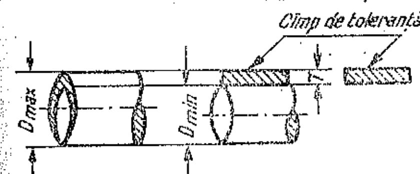


Fig. 9.4.

Cîmpul de toleranțe în reprezentări grafice este zona cuprinsă între linia corespunzătoare dimensiunii maxime și cea corespunzătoare dimensiunii minime (figura 9.4). Considerînd că arborele este introdus în alezaj astfel ca generatoarea sa de jos să coincidă cu cea alezajului, în grafic se introduce numai generatoarea de sus.

Abaterea superioară (—0,02) și cea inferioară (—0,07) se raportează la dimensiunea nominală N (50). Pe desene, ambele abateri se notează cu cifre mici față de dimensiunea nominală, după cum urmează :

Dimensiunea nominală $N \begin{cases} a_s \text{ (abaterea superioară)} \\ a_i \text{ (abaterea inferioară)} \end{cases}$

În cazul exemplului de mai sus, abaterile se scriu astfel : $50^{-0,02}_{-0,07}$

Dacă una din abateri este egală cu zero, aceasta nu se mai notează pe desen. Astfel, dacă în exemplul precedent abaterea inferioară este zero, toleranța pe desen se scrie astfel : $50^{-0,02}$.

Notarea toleranțelor se mai poate face și prin simbolurile din sistemul de toleranțe STAS [de exemplu 30 (TA2)], precum și prin ambele notații [de exemplu 30^{+1}_{0} (TA2)].

Înscrierile toleranțelor pe desene sînt explicate detaliat în STAS 6265-67.

2.2. JOCURI, STRÎNGERI, AJUSTAJE

La asamblarea a două piese, suprafața interioară (cuprinsă) a unei piese intră în cea exterioară (cuprinzătoare) a celeilalte piese. În cazul corpurilor cilindrice, suprafața cuprinzătoare se numește *alezaj*, iar cea cuprinsă *arbore*. Dimensiunile acestor două suprafețe sînt diametrul alezajului, respectiv diametrul arborelui.

Diametrul nominal al alezajului și acela al arborelui sînt întotdeauna unul și același; el se numește *diametrul nominal al asamblării*.

După cum diametrul alezajului este mai mare sau mai mic decît cel al arborelui, asamblarea poate fi cu *joc* sau cu *strîngere*.

În sistemul de toleranțe și ajustaje STAS sînt date definițiile care urmează pentru corpurile cilindrice.

Jocul J este diferența dintre diametrul efectiv al alezajului și diametrul efectiv al arborelui, în cazul cînd primul este mai mare decît al doilea (fig. 9.5).

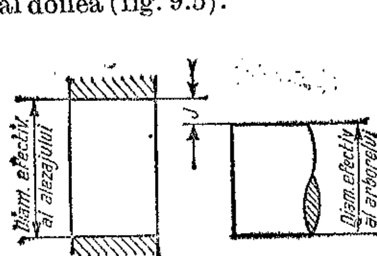


Fig. 9.5.

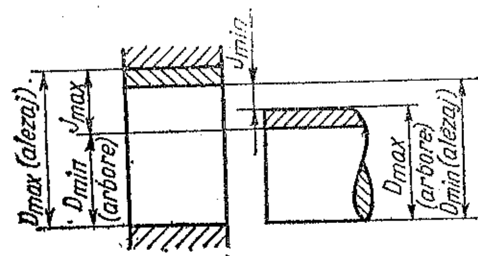


Fig. 9.6.

Jocul maxim J_{max} (fig. 9.6) este diferența dintre diametrul maxim al alezajului (de exemplu 50,02) și diametrul minim al arborelui (de exemplu 49,95):

$$J_{max} = D_{max}\ \text{alezaj} - D_{min}\ \text{arbore} = 50{,}02 - 49{,}95 = 0{,}07.$$

Jocul minim J_{min} (fig. 9.6) este diferența dintre diametrul minim al alezajului (de exemplu 50) și diametrul maxim al arborelui (de exemplu 49,98):

$$J_{min} = D_{min}\ \text{alezaj} - D_{max}\ \text{arbore} = 50 - 49{,}98 = 0{,}02.$$

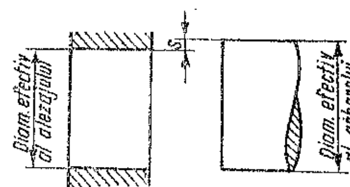


Fig. 9.7.

Fig. 9.8

Strîngerea S (fig. 9.7) este diferența dintre diametrul efectiv al arborelui și diametrul efectiv al alezajului măsurate înainte de asamblare, în cazul cînd diametrul alezajului este mai mic decît al arborelui.

Strîngerea maximă S_{max} (fig. 9.8) este diferența dintre diametrul maxim al arborelui (de exemplu 50,07) și diametrul minim al alezajului (de exemplu 50):

$$S_{max} = D_{max}\ \text{arbore} - D_{min}\ \text{alezaj} = 50{,}07 - 50 = 0{,}07$$

Strîngerea minimă S_{min} (fig. 9.8) este diferența dintre diametrul minim al arborelui (de exemplu 50,05) și diametrul maxim al alezajului (de exemplu 50,02):

$$S_{min} = D_{min}\ \text{arbore} - D_{max}\ \text{alezaj} = 50{,}05 - 50{,}02 = 0{,}03.$$

Ajustajul reprezintă relația care rezultă din diferența dintre dimensiunile *dinainte* de asamblare a două piese care se asamblează.

Ajustajele pot fi: cu joc, cu strîngere și intermediare.

Ajustajul cu joc (fig. 9.6) este ajustajul la care diametrul oricărui alezaj este mai mare decît diametrul oricărui arbore; cîmpul de toleranță al alezajului se află în întregime deasupra cîmpului de toleranță al arborelui.

Ajustajul cu strîngere (fig. 9.8) este ajustajul la care, înainte de asamblare, diametrul oricărui alezaj este mai mic decît diametrul oricărui arbore: cîmpul de toleranță al alezajului se află în întregime sub cîmpul de toleranță al arborelui.

Ajustajul intermediar (fig. 9.9) este ajustajul la care pot rezulta atît asamblări cu joc cît și asamblări cu strîngere; cîmpul de toleranță al alezajului se suprapune parțial sau complet pe cîmpul de toleranță al arborelui.

Toleranța ajustajului este diferența dintre jocurile, respectiv strîngerile, maxime și minime; ea este egală cu suma toleranțelor alezajului și arborelui.

Astfel, dacă se ține seama de variația jocurilor strîngerilor, distingem și în cazul ajustajelor:

— *Toleranța ajustajului cu joc* $T_j = J_{max} - J_{min}$
— *Toleranța ajustajului cu strîngere* $T_s = S_{max} - S_{min}$
Înlocuind pe J_{max}, J_{min}, S_{max} și S_{min} prin valorile lor corespunzătoare indicate anterior se obține:

$$T_j = (D_{max}\text{ alezaj} - D_{min}\text{ arbore}) - (D_{min}\text{ alezaj} - D_{max}\text{ arbore}) =$$
$$= (D_{max} - D_{min})\text{ alejaz} + (D_{max} - D_{min})\text{ arbore}$$

sau $T_j = T_{\text{alezaj}} + T_{\text{arbore}}$

În mod similar,

$$T_s = (D_{max}\text{ arbore} - D_{min}\text{ alezaj}) - (D_{min}\text{ arbore} - D_{max}\text{ alezaj}) =$$
$$= (D_{max} - D_{min})\text{ arbore} + (D_{max} - D_{min})\text{ alejaj}$$

sau $T_s = T\text{ arbore} + T\text{ alezaj}$

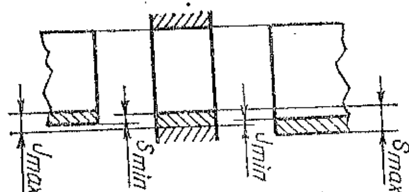


Fig. 9.9.

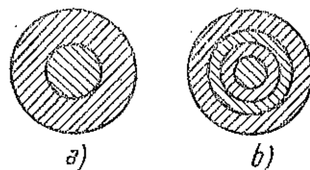


Fig. 9.10.

În general, piesele pot fi asamblate cîte două sau mai multe; în primul caz se obține o *asamblare simplă* (fig. 9.10, *a*) iar în al doilea, o *asamblare multiplă* (fig. 9.10, *b*). În asamblarea multiplă deosebim: o piesă interioară, una sau mai multe intermediare și o piesă exterioară.

Toate definițiile de mai sus s-au referit la suprafețe cilindrice; principiile enunțate pot fi însă aplicate prin adaptarea corespunzătoare și la alte forme ale suprafețelor.

2.3. JOCURI ȘI STRÎNGERI TERMICE

Temperatura de referință la proiectarea pieselor este 20°C. Diferența dimensiunilor pieselor asamblate, diferență care caracterizează ajustajul respectiv, se consideră tot la temperatura de referință.

În exploatare nu este posibil să se mențină această temperatură pentru piesele în funcționare.

Un ajustaj rămîne neschimbat numai cînd ambele piese asamblate au aceeași temperatură și același coeficient de dilatare. Dacă ele au coeficienți de dilatare diferiți apar două categorii de jocuri și strîngeri:

— jocuri și strîngeri la temperatura de referință, numite și jocuri și strîngeri „constructive" sau „reci";
— jocuri și strîngeri la temperatura reală a pieselor (temperatura de regim), numite și jocuri și strîngeri „termice" sau „de exploatare".

Ca piesele care formează o asamblare să nu se înțepenească în timpul exploatării este necesar ca la calculul toleranțelor, ajustajele să fie analizate și din punctul de vedere al temperaturii de regim.

Exemple de calcul 1. Se consideră un piston de motor, la care dimensiunea nominală a canalului și a segmentului de piston este de 20 mm, segmentul fiind executat din fontă, care are coeficientul de dilatare $\alpha_{Fc} = 10 \cdot 10^{-6}$, iar pistonul de aluminiu care are coeficientul de dilatare $\alpha_{AL} = 25 \cdot 10^{-6}$.

Jocul de exploatare J_e, la temperatura de 300°C, trebuie să varieze între 0,25 mm și 0,33 mm. Se cere să se determine jocul constructiv J_c.

Pentru rezolvare, se știe că variația jocului constructiv în timpul exploatării este egală cu diferența dintre dilatarea canalului și a segmentului, adică:

$$J_e - J_c = \alpha_{AL}(t_e - 20°)N - \alpha_f(t_e - 20°)N,$$

în care: t_e este temperatura de exploatare ($t = 300°C$);
N — dimensiunea nominală a canalului și a segmentului.

Rezultă: $J_c = J_e - N\,[\alpha_{AL}\cdot(t_e - 20°) - \alpha_{Fc}\cdot(t_e - 20°)]$;

$$J_c = J_e(\alpha_{AL} - \alpha_{Fc})\,(t_e - 20°)N.$$

Înlocuind valorile numerice ale mărimilor din relația anterioară, se obține:

$$J_c = J_c - 20\cdot(25-10) \times 10^{-6}(300 - 20) = J_e - 300 \times 280 \times 10^{-6} = J_e - 0{,}084\text{ mm}$$

Deci, jocul constructiv va fi: $J_{max} = 0{,}33 - 0{,}084 = 0{,}246$ mm;
$J_{min} = 0{,}25 - 0{,}084 = 0{,}166$ mm.

2. Un ax de oțel cu diametrul de 100 mm se rotește într-un lagăr executat din aliaj antifricțiune. Jocul de exploatare al lagărului variază între 0,1 mm și 0,3 mm. Să se determine jocul constructiv al lagărului, știind că temperatura de funcționare poate scădea pînă la −40°C.

După cum s-a arătat în exemplul anterior,

$$J_e = J_c - \alpha_{AL}\,(t_e - 20)N - \alpha_{OL}\,(t_e - 20)N.$$
$$J_c = J_e - 100\,(24 \cdot 10^{-6} - 11{,}5 \cdot 10^{-6})\,(-40-20) =$$
$$= J_e - 100 \cdot 10^{-6} \times 12{,}5\,(-60) = J_e + 75 \times 10^{-6} = J_e + 0{,}075\text{ mm}.$$

Jocul constructiv va fi: $J_{max} = 0{,}3 + 0{,}075 = 0{,}375$ mm;
$J_{min} = 0{,}1 + 0{,}075 = 0{,}175$ mm.

3. Un fus de oțel, cu diametrul de 100 mm, se montează într-un cuzinet dintr-un aliaj de aluminiu, cu un ajustaj avînd jocul minim de 10 µm. Coeficientul de dilatare termică al aliajului de aluminiu fiind de circa $25 \cdot 10^{-6}$, iar al oțelului, de $11{,}5 \cdot 10^{-6}$, rezultă pentru fiecare grad de creștere a temperaturii o micșorare a jocului cu:

$$(25 - 11{,}5) \cdot 100 \cdot 1 \cdot 1C \cdot = 1{,}35\ \mu m.$$

2.4. SISTEME DE AJUSTAJ

Prin această denumire se înțeleg o serie de ajustaje cu diferite jocuri și strîngeri, întocmite în mod rațional.

Definițiile care urmează se referă la corpurile rotunde (cilindrice); ele rămîn valabile și pentru corpurile nerotunde.

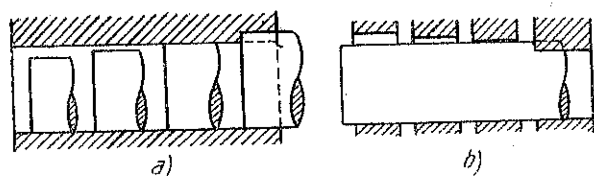


Fig. 9.11.

În toate sistemele de toleranțe (STAS, OST, ISO, DIN etc.) există două sisteme de ajustaje: sistemul de ajustaj cu arbore unitar și sistemul de ajustaj cu alezaj unitar, sau pe scurt: sistemul arbore unitar și sistemul alezaj unitar.

Diferitele feluri de asamblări cu alezaj unitar se obțin menținînd constant alezajul și variind diametrul arborelui (fig. 9.11, *a*). În ce privește asamblările cu arbore unitar, acestea se obțin menținînd constant diametrul arborelui și variind diametrul alezajului (fig. 9.11, *b*).

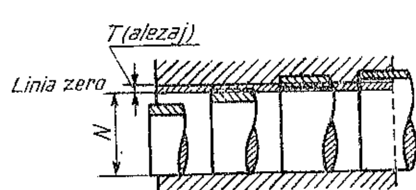


Fig. 9.12.

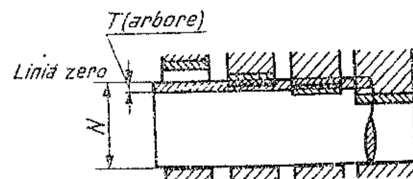


Fig. 9.13.

Sistemul de ajustaj cu alezaj unitar (fig. 9.12) se caracterizează prin poziția constantă a cîmpului de toleranță al alezajului față de linia zero: diferitele ajustaje se obțin variind convenabil poziția cîmpului de toleranță al arborelui.

Diametrul minim al alezajului este egal cu diametrul nominal N al acestuia.

Abaterea inferioară a alezajului este egală cu zero, iar abaterea superioară a alezajului este egală cu toleranța T a alezajului.

Sistemul de ajustaj cu arbore unitar (fig. 9.13) se caracterizează prin poziția constantă a cîmpului de toleranță al arborelui față de linia zero: diferitele juastaje se obțin variind convenabil poziția de toleranță a alezajului.

Diametrul maxim al arborelui este egal cu diametrul nominal N al acestuia.

Abaterea superioară a arborelui este egală cu zero: abaterea inferioară a arborelui este egală cu toleranța T a arborelui.

Abaterea inferioară a alezajului este egală cu jocul minim, respectiv strîngerea maximă.

Linia zero, în reperzentări grafice, este linia de referință față de care se măsoară abaterile; poziția ei este determinată de dimensiunea nominală. Deoarece diametrul minim în sistemul alezaj unitar, respectiv diametrul maxim în sistemul arbore unitar se confundă cu diametrul nominal, abaterile inferioare, respectiv superioare, sînt egale cu zero; în consecință și linia de bază pentru construirea sistemului de ajustahe se numește *linia zero*.

În ambele sisteme de ajustaj, linia zero este linia de referință pentru întreaga îmbinare, atît pentru alezaj cît și pentru arbore.

3. SISTEMUL DE TOLERANȚE ISO

3.1. GENERALITĂȚI

În țara noastră s-a adoptat sistemul ISO de toleranțe și ajustaje, sistem aplicat în marea majoritate a țărilor industriale ca urmare a acordului la care s-a ajuns în cadrul Organizației Internaționale ISO.

Prin aceasta se realizează o unificare maximă a diferitelor sisteme naționale de toleranțe, în vederea ușurării schimbului internațional din domeniilul construcției de mașini.

Sistemul de toleranțe și ajustaje ISO cuprinde două sisteme de ajustaje: sistemul alezaj unitar și sistemul arbore unitar.

Sistemul preferat este cel al alezajului unitar, pentru care sînt date cîmpurile preferențiale în STAS 8104—68. În cazul în care acest sistem, din motive tehnologice sau funcționale, este apreciat ca nerațional, se aplică sistemul arbore unitar conform STAS 8105-68.

Sistemul ISO de toleranțe și ajustaje se referă la toleranțele dimensiunilor pieselor netede și la ajustajele care se formează prin asamblarea lor.

Datorită importanței deosebite a pieselor cilindrice cu secțiune circulară, în cele ce urmează pentru simplificare se vor specifica explicit numai aceste piese. Se menționează însă că regulile și prescripțiile referitoare la acest tip de piese se aplică integral la oricare altă piesă netedă; termenii „alezaj" sau „arbore" se consideră că definesc spațiul care cuprinde, respectiv care este cuprins între două suprafețe (sau planuri tangente) paralele ale unei piese oarecare, de exemplu: lățimea unui canal, grosimea unei pene etc.

Temperatura de referință pentru măsurătorile tehnice și deci și pentru dimensiunile definite prin sistemul ISO de toleranțe și ajustaje, este stabilită la 20°C, conform STAS 1033-68.

3.2. TERMINOLOGIE

În cele ce urmează se dau definițiile numai pentru termenii nemenționați la subcapitolul 2 (pag. 480).

Abatere fundamentală. Este acea abatere dintre cele două abateri limită (superioară și inferioară) care este aleasă convențional pentru definirea cîmpului de toleranță în raport cu linia (fig. 9.14).

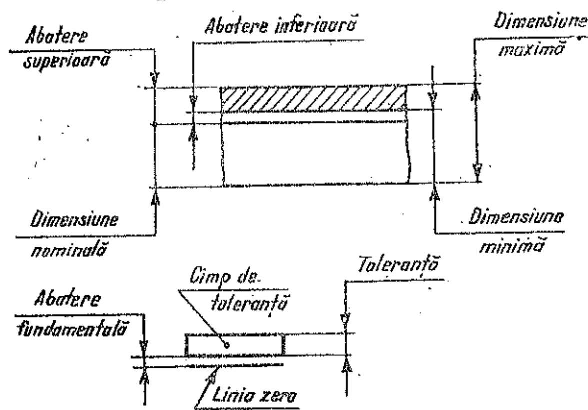


Fig. 9.14.

Toleranță. Toleranța este diferența dintre dimensiunea maximă și dimensiunea minimă (sau, altfel exprimat, diferența algebrică dintre abaterea superioară și abaterea inferioară).

Cîmp de toleranță. În reprezentarea grafică a toleranțelor cîmpul de toleranță reprezintă zona cuprinsă între cee două linii reprezentind limitele toleranței și definită prin mărimea acestei zone (toleranța) și prin poziția ei în raport cu linia zero (fig. 9.14).

Treaptă de precizie (pe scurt precizie). Într-un sistem standardizat de toleranțe și ajustaje reprezintă ansamblul toleranțelor considerate corespunzătoare aceluiași grad de precizie pentru toate dimensiunile nominale.

Toleranță fundamentală. În sistemul ISO de toleranțe și ajustaje, o toleranță oarecare a sistemului.

Unitate de toleranță. În sistemul ISO de toleranțe și ajustaje este un factos exprimat numai în funcție de dimensiunea nominală și servește ca bază de determinare a toleranțelor fundamentale (toleranța fundamentală este egală cu produsul dintre valoarea unității de toleranță pentru dimensiunea nominală considerată și un coeficient propriu fiecărei precizii).

Arbore. Termen utilizat convențional pentru denumirea oricărei dimensiuni exterioare a unei piese, chiar dacă nu este cilindrică.

Alezaj. Termen utilizat convențional pentru denumirea oricărei dimensiuni interioare a unei piese, chiar dacă nu este cilindrică.

Arbore unitar. În sistemul ISO de toleranțe și ajustaje este arborele a cărei abatere superioară este nulă. În înțeles general, este arborele ales ca bază a unui sistem de ajustaje cu arbore unitar (fig. 9.15, *a*)

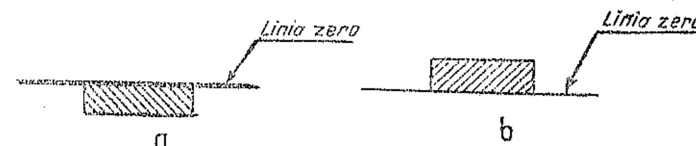


Fig. 9.15.

Alezaj unitar. În sistemul ISO de toleranțe și ajustaje, este alezajul a cărui abatere inferioară este nulă. În înțeles general, este alezajul ales ca bază a unui sistem de ajustaje cu alezaj unitar (fig. 9.15, *b*).

Sistem de toleranțe. Ansamblu sistematic de toleranțe și abateri limită standardizate.

Sistem de ajustaje. Ansamblu sistematic de ajustaje (între arbori și alezaje) aparținînd unui sistem de toleranțe.

Sistemul arbore unitar. Sistem de ajustaje în care diferitele jocuri și strîngeri sînt obținute asociind diverse alezaje cu un arbore unic (eventual cu arbori de diferite precizii, dar avînd aceeași abatere fundamentală). În sistemul ISO, arborele unitar este arborele cu abaterea superioară nulă.

Sistemul alezaj unitar. Sistem de ajustaje în care diferitele jocuri și strîngeri sînt obținute asociind diverși arbori cu un alezaj unic (eventual cu alezaje de diferite precizii, dar avînd aceeași abatere fundamentală). În sistemul ISO alezajul unitar este alezajul cu abaterea inferioară nulă.

3. 3. CÎMP DE TOLERANȚĂ

Pentru satisfacerea necesităților curente ale producției, se preede la fiecare dimensiune nominală — atît pentru piese izolate, cît și pentru ajustaje — pe de o parte o gamă de toleranțe, pe de altă parte o gamă de abateri limită care definesc poziția acestor toleranțe în raport cu linia zero.

Valoarea toleranței este funcție de dimensiunea nominală; ea este simbolizată printr-un număr denumit treaptă de precizie (prescurtat „precizie"). În cadrul unei precizii toate cîmpurile de toleranță au aceeași mărime pentru o dimensiunea nominală dată.

Poziția cîmpului de toleranță în raport cu linia zero este funcție de dimensiunea nominală; ea este simbolizată printr-o literă (în unele cazuri două litere), majusculă pentru alezaje și minusculă pentru arbori.

Dimensiunea tolerată este definită prin valoarea sa nominală, urmată de simbolul cîmpului de toleranță (prescurtat „simbol"), cuprinzînd o literă(în unele cazuri două litere) şi un număr. De exemplu : 45 g7.

Un ajustaj este indicat prin dimensiunea nominală comună celor două piese constitutive, urmată de simbolurile corespunzătoare fiecărei piese, începînd cu simbolul alezajului (dimensiunii interioare), scrise sub formă de fracție. Exemplu : 45 H8/g7 sau $45\frac{H8}{g7}$.

În aceste simboluri, aşa cum s-a mai spus, literele indică poziția cîmpului de toleranță, iar numărul indică mărimea cîmpului de toleranță (precizia).

Simbolizarea pozițiilor cîmpului de face cu litere mari de la A la Z (inclusiv ZA, ZB, ZC) fără literele I, L, O, Q, W, iar simbolizarea pozițiilor cîmpului de toleranță al arborelui cu litere de la a la z (inclusib za, zb, zc) fără literele i, l, o, g, w, pentru a se evita eventuale confuzii.

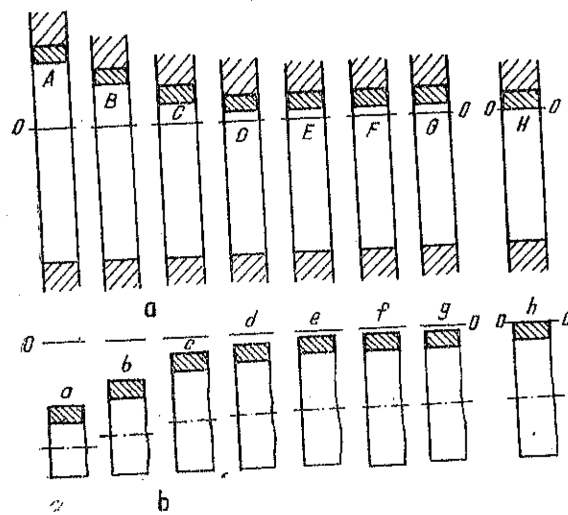


Fig. 9.16. Ajustaj cu joc : *a* – alezaj ; *b*–arbore.

Cîmpurile de toleranță H sînt limitate inferior de linia zero, iar cîmpurile h sînt limitate superior de linia zero (fig. 9.16). Literele H şi h au ca atare destinație specială, ele reprezentînd în sistemele de ajustaje piesa de bază cu cîmpul de toleranță constant şi anume : H în sistemul de ajustaj cu alezaj unitar şi h în sistemul de ajustaj cu arbore unitar.

Cîmpurile de toleranțe simbolizate cu literele A B C D E F G şi a b c d e f g dau ajustaje cu joc, deoarece cîmpul de toleranță al alezajului este în întregime deasupra cîmpului de toleranță al arborelui (fig. 9.16). Diametrul alezajului creşte, iar diametrul arborelui descreşte pe măsură ce litera respectivă se îndepărtează în alfabet de la H spre A(a). Deci pentru o dimnesiune nominală dată, cîmpul de toleranță cu litera A(a) va fi cel mai îndepărtat de linia zero.

Cîmpurile de toleranțe simbolizate cu literele K M N P R S T U V X Y Z ZA ZC şi respectiv k m n o p r s t u v x y z za zb zc dau ajustaje intermediare şi ajustaje cu stringere. Cîmpul de toleranță

al alezajului este în întregime sub linia zero, iar cîmpul de toleranță al arborelui este în întregime deasupra liniei zero. Pe măsură ce litera respectivă se îndepărtează în alfabet de la K/k spre ZC/zc, diametrul alezajului se micşorează, iar diametrul arborelui creşte (fig. 9.17).

Cîmpul de toleranță JS şi js se caracterizează prin faptul că abaterile limită sînt egale cu ± 1/2 IT pentru precizia respectivă.

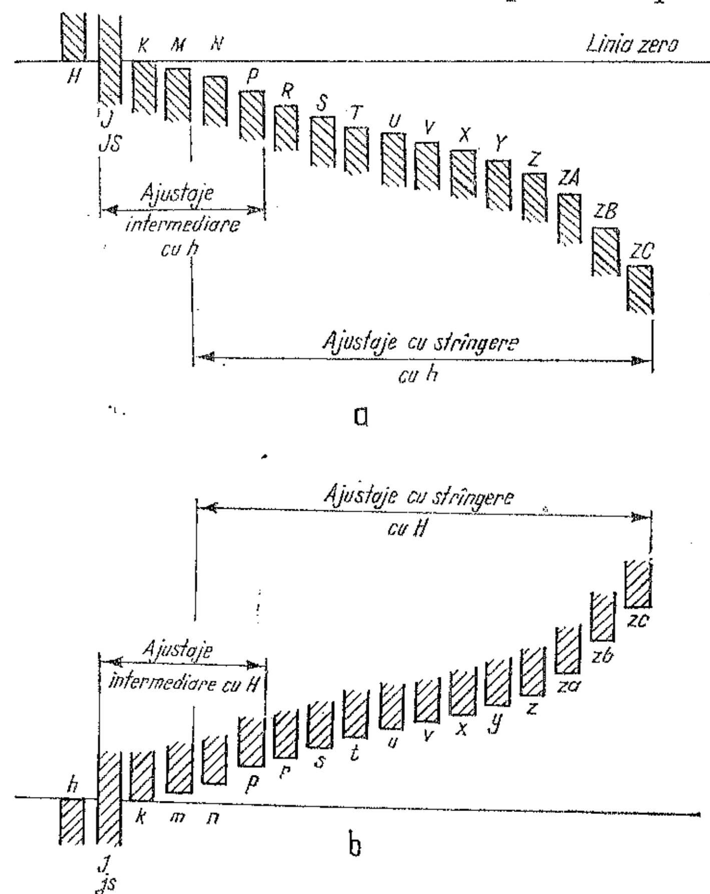


Fig. 9.17. Ajustaje intermediare şi ajustaje cu strîngere : *a* – sistemul arbore unitar ; *b* – sistemul alezaj unitar.

3.4. TOLERANȚE FUNDAMENTALE. TREPTE DE PRECIZIE

Numerele care însoțesc simbolul (litera) cîmpului de toleranță indică mărimea toleranței. În sistemul de toleranțe ISO se folosesc

18 *trepte de precizie* (pe scurt „precizii), notate în ordinea descrescîndă a preciziei, cu numerele 01, 0 şi 1 pînă la 16; fiecare precizie corespunde cu una dintre toleranţele denumite fundamentale şi notate respectiv cu simbolurile IT 01, IT 0 şi IT 1 pînă la IT 16.

În consecinţă, sistemul de toleranţe ISO defineşte 18 precizii, dintre care calitatea 01 este cea mai precisă, iar calitatea 16 cea mai puţin precisă.

Denumirea de *toleranţe fundamentale* s-a ales pentru a deosebi aceste valori de alte toleranţe cum sînt de exemplu, toleranţele de execuţie.

Valorile toleranţelor fundamentale pentru preciziile 5 pînă la 16 sînt calculate pe baza *unităţii de toleranţă i*, determinată cu formula:

$$i = 0{,}45\sqrt[3]{D} + 0{,}001\,D$$

în care: i este unitatea de toleranţă, exprimată în µm;
D — media geometrică, exprimată în mm, a intervalului de dimensiuni nominale.

Valorile toleranţelor fundamentale pentru preciziile 5 pînă la 16 sînt date în funcţie de unitatea de toleranţă i, în tabela 9.1.

Începînd cu IT 6, pentru a se obine toleranţa preciziei cu 5 trepte mai grosolane, toleranţa fundamentală se multiplică cu 10.

Tabela 9.1. **Valorile toleranţelor fundamentale pentru preciziile *5* pînă la *16***

Simbolul toleranţei fundamentale	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10
Valori, în µm	7i	10i	16i	25i	40i	64i
Simbolul toleranţei fundamentale	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16
Valori, în µm	100i	160i	250i	400i	640i	1000i

Valorile toleranţelor pentru preciziile 01, 0 şi 1 sînt calculate conform tabelei 9.2.

Tabela 9.2. **Valorile toleranţelor fundamentale pentru preciziile *01, 0* şi *1***

Simbolul toleranţei fundamentale	IT01	IT0	IT1
Valori, în µm, pentru D, în mm	$0{,}3 + 0{,}008\,D$	$0{,}5 + 0{,}012\,D$	$0{,}8 + 0{,}020\,D$

Valorile toleranţelor fundamentale IT 2, IT 3 şi IT 4 sînt eşalonate aproximativ în progresie geometrică între valorile toleranţelor fundamentale IT şi IT 5.

3.5. ABATERI FUNDAMENTALE

Dintre cele două abateri limită (superioară şi inferioară), cea aleasă convenţional pentru definitrea cîmpului de toleranţă în raport cu linia zero reprezintă abaterea fundamentală.

Abaterile fundamentale ale cîmpurilor de toleranţă variază nu numai cu simbolurile (literele) acestora dar şi cu dimensiunile nominale. Valorile abaterilor fundamentale la cîmpurile de toleranţă cu acelaşi simbol (literă) cresc concomitent cu creşterea dimensiunilor nominale.

Abaterile fundamentale ale cîmpurilor de toleranţă cu acelaşi simbol (de exemplu D şi d, E şi e etc.) sînt identice pentru alezaj şi arbore însă de sens contrar.

Abateri limită pentru arbori. Pentru fiecare simbol literal, care defineşte poziţia cîmpului de toleranţă, valoarea absolută şi semnul uneia dintre cele două abateri limită, denumită aşa cum s-a mai spus abatere fundamentală (abaterea superioară a_s sau abaterea inferioară a_i) se calculează cu ajutorul unor formule empirice rezultate din practică şi redate în STAS 8101-68. Pentru arborii a pînă la j_s cea mai apropiată de linia zero este a_s, iar pentru arborii j pînă la z cea mai apropiată este a_i.

Cealaltă abatere limită a arborelui se deduce din abaterea fundamentală şi din toleranţa fundamentală cu ajutorul următoarelor ecuaţii algebrice: $a_i = a_s - \mathrm{IT}$ sau $a_s = a_i + \mathrm{IT}$.

Abateri limită pentru alezaje. Abaterile alezajelor în sistemul ISO se definesc în funcţie de abaterile respective ale arborilor de aceeaşi literă ca simbol, asigurîndu-se astfel o legătură raţională şi precisă între toleranţele arborilor şi alezajelor în vederea formării ajustajelor. Astfel, abaterea inferioară A_i pentru toleranţele A la H şi abaterea superioară A_s pentru toleranţele J la ZC se deduc din abaterile fundamentale a_i sau a_s ale arborilor, avînd ca simbol aceeaşi literă, după următoarele reguli:

a) Regulă generală:
— pentru alezajele A la H, $A_i = -a_s$;
— pentru alezajele J la ZC, $A_s = -a_i$.

Această regulă este valabilă pentru toate abaterile fundamentale ale alezajelor cu excepţia următoarelor cazuri:

— alezajele pentru care este valabilă regula specială de mai jos;

— alezajele N, preciziile 9 ... 16, la dimensiuni peste 3 mm, pentru care abaterea fundamentală este $A_i = 0$.

b) Regulă specială:

pentru alezajele J, K, M şi N, preciziile 01, 0, 1 ... 8 şi alezaje P ... ZC, preciziile 01, 0, 1 ... 7, la dimensiuni peste 3 mm $A_s = -a_i + \Delta$ în care $\Delta = \mathrm{IT}_n - \mathrm{IT}_{n-1}$ este diferenţa dintre toleranţa fundamentală a preciziei următoare mai fine.

Regula generală este în aşa fel stabilită încît dimensiunea limită corespunzătoare abaterii fundamentale a unui alezaj să fie exact sime-

trică, faţă de linia zero, cu dimensiunea limită corespunzătoare abaterii fundamentale a arborelui avînd ca simbol aceeaşi literă.

Regula specială este stabilită în aşa fel încît la două ajustaje omologe din sistemul alezaj unitar şi din sistemul arbore unitar, formate prin asocierea unui alezaj de precizie dată cu un arbore de precizia următoare mai fină (de exemplu H7/p6 şi p7/h6), să rezulte exact aceleaşi jocuri şi strîngeri (fig. 9.18).

Cealaltă abatere limită a alezajului se deduce din abaterea fundamentală şi din toleranţa fundamentală, cu ajutorul următoarelor ecuaţii algebrice : $A_s = A_i + IT$ sau $A_i = A_s - IT$.

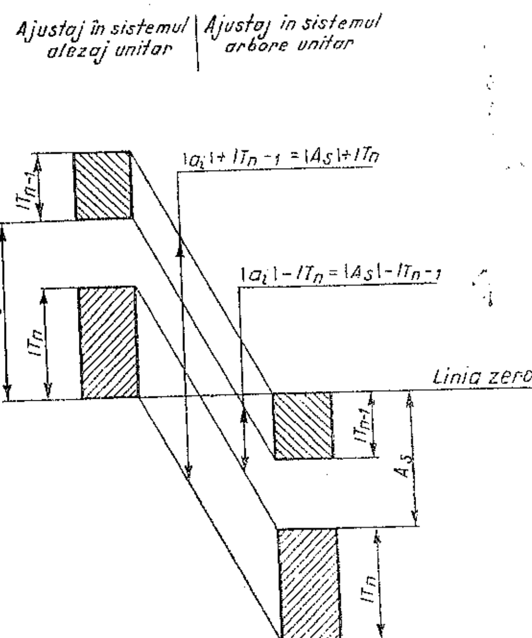


Fig. 9.18.

3.6. ALEGEREA SISTEMULUI DE AJUSTAJ, TREPTEI DE PRECIZIE ŞI AJUSTAJULUI

3.6.1. **Alegerea sistemului de ajustaj.** Elementele care determină de obicei alegerea unuia dintre cele două sisteme de ajustaj sînt : felul produselor executate, posibilităţile de prelucrare ale uzinei, sistemul de lucru (fabricaţie în serie sau fabricaţie de piese individuale).

În general, sistemul alezaj unitar se foloseşte la montaje, căci pentru diametre diferite, arborii de precizie se execută mai uşor decît alezajele de precizie. Acest sistem este utilizat la construcţia maşinilor-unelte (strunguri, maşini de frezat), locomotivelor, vagoanelor, autovehiculelor, compresoarelor, pompelor centrifuge etc.

Sistemul arbore unitar se preferă în cazurile cînd apar construcţii cu arbori rezemaţi pe mai multe lagăre şi pe care se montează diferite organe de maşini. Astfel, acest sistem este recomandabil la arborii de transmisie, în cazul maşinilor de transmisie, în cazul maşinilor agricole şi textile cu arbori de transmisie lungi, confecţionaţi din bare laminate calibrate şi din ţevi ale căror toleranţe de execuţie nu depăşesc valorile stabilite în sistemul arborelui unitar. În acest caz se prelucrează numai alezajul după tipul unui anumit ajustaj şi clasă de precizie — ceea ce este mai raţional şi mai economic.

La alegerea între sistemele de ajustaj alezaj unitar şi arbore unitar, se mai ţine seama de :

Costul calibrelor. În sistemul alezaj unitar este necesar un calibru tampon pentru măsurarea alezajului şi cîteva calibre potcoavă pentru fiecare ajustaj din familia de ajustaje a arborelui respectiv.

În sistemul arbore, este necesar un calibru potcoavă pentru măsurarea arborelui şi cîte un calibru tampon pentru fiecare ajustaj din familia de ajustaje a alezajului respectiv.

Calibrele pentru sistemul alezaj unitar sînt mai convenabile, deoarece preţul de cost al calibrului potcoavă este mai redus decît preţul calibrului tampon şi prin faptul că în acest sistem se poate utiliza micrometrul în locul calibrelor potcoavă.

Întreţinerea calibrelor. Numărul total al calibrelor fiind acelaşi pentru ambele sisteme de ajustaj, controlul şi reajustarea calibrelor uzate necesită aceleaşi cheltuieli.

Costul sculelor. Prelucrările cu toleranţe precise şi foarte precise necesită pentru oţel, fontă şi metale moi, alezoare diferite pentru fiecare toleranţă de alezaj ; rezultă deci că pentru acelaşi diametru vom avea în sistemul arbore unitar mai multe scule decît în sistemul alezaj unitar.

Pentru ultimul sistem se confecţionează numai dornurile de fixare şi acestea numai atunci cînd trebuie, de exemplu, să se frezeze un număr mai mare de roţi dinţate. Consumul de muncă şi de material pentru confecţionarea sculelor necesare în sistemul arbore unitar este evident mult mai mare decît cel necesar pentru sistemul alejaj unitar.

Întreţinerea sculelor. Din cauza numărului mare de alezoare necesare pentru sistemul arbore unitar întreţinerea sculelor pentru sistemul alezaj unitar este de asemenea mai avantajoasă.

3.6.2. **Alegerea treptei de precizie.** La alegerea treptei de precizie a unui ajustaj trebuie să se ţină seama ca ea să corespundă condiţiilor funcţionale impuse asamblărilor. Variaţia jocurilor, respectiv strîngerilor este cu atît mai mică şi deci caracterul ajustajului este cu atît mai uniform, cu cît treapta de precizie aleasă este mai fină.

Deoarece costul manoperei la prelucrarea pieselor creşte foarte mult, cînd se măreşte precizia, este necesar să se prescrie acea precizie care este economic necesară, deci cea mai largă toleranţă compatibilă cu funcţionarea corectă a ansamblului respectiv.

În general, treptele de precizie 01 şi 0 se folosesc numai în mecanica de precizie ; treptele de precizie 1, 2, 3 şi 4 sînt utilizate în fabricaţia de calibre ; treptele de precizie 5, 6, 7, 8, 9, 10, şi 11 se folosesc în fabri-

cația pieselor care formează ajustaje. Totuși, preciziile 5, 6 și 7 se pot folosi și pentru calibre destinate pieselor cu toleranțe mai mari. Treptele de precizie 12, 13, 14, 15 și 16 se utilizează în cazul procedeelor de lucru mai puțin precise (laminare, presare etc.) și în cazul dimensiunilor libere.

Treapta de precizie 5 este utilizată numai atunci cînd în exploatare sînt impuse condiții speciale cu privire la precizia de lucru a subansamblului. De exemplu, în construcția motoarelor, treapta de precizie 5 este utilizată la ajustajul piston-bolț și uneori la ajustajele rulmenților.

În alte cazuri, destul de importante, este utilizată treapta de precizie 7, de exemplu la ajustajele dintre: piston și cămașa cilindrului, arborele cotit și lagăre, axul principal și lagăre, la pompele de ulei, bucșele capului bielei etc.

Treptele de precizie 8 și 9 se folosesc la asamblări analoge cu cele precedente, însă în cazul ajustajelor mai puțin importante, unde gradul de limitare al ajustajului nu joacă un rol atît de important, de exemplu lățimea canalelor pentru segmenții de etanșare și lățimea segmenților respectivi, porțiunea strunjită în capul bilei etc.

Treptele de precizie 10, 11, 12 și 13 se utilizează la subansamblurile mașinilor agricole, locomotivelor și vagoanelor, la ajustajele pieselor matrițate și, în general, la acele construcții unde nu există motive de a impune condiții pretențioase ajustajelor și precizia de asamblare nu prezintă o deosebită importanță. Astfel de cazuri sînt ansamblurile cu bolțuri, găurile care urmează a fi alezate ulterior, montajele la care urmează a se executa o operație de sudare etc. În acest ultim caz se poate folosi și treapta de precizie 13. Treapta de precizie 13 este utilizată și la distanțele între axe. Astfel la distanța dintre axele capetelor bilelelor este utilizată treapta de precizie 13, iar la distanța dintre axa fusului principal și cea a bilei, treapta de precizie 14.

Treapta de precizie 14 se folosește deseori la piesele matrițate pentru dimensiunile exterioare libere, adică pentru acele dimensiuni care nu formează ajustaje, pentru găurile destinate niturilor, bolțurilor etc.

Treptele de precizie 14, 15 și 16 nu sînt utilizate la ajustaje. Ele servesc pentru dimensiunile libere, limitînd volumul și greutatea pieselor și pentru operații prealabile brute.

3.6.3. **Alegerea ajustajului.** Sistemul ISO de toleranțe și ajustaje adoptat în țara noastră permite alegerea unei mari varietăți de cîmpuri de toleranță și combinarea lor într-un număr și mai mare de ajustaje. Criteriile economice de fabricație impun însă o îngrădire a cîmpurilor de toleranțe.

Această îngrădire este realizată prin recomandările cuprinse în STAS 8104-68 referitoare la cîmpurile de toleranță și ajustajele preferențiale pentru dimensiuni pînă la 500 mm în sistemul alezaj unitar, respectiv în STAS 8105-68 pentru arbore unitar.

STAS 8104-68 recomandă două șiruri preferențiale 1 și 2 de cîmpuri de toleranță pentru alezaje și două șiruri preferențiale 1 și 2 de cîmpuri de toleranță pentru arbori. Cîmpurile de toleranță se vor alege de preferință din șirul 1. În cazul în care cîmpurile de toleranță din șirul 1 nu permit rezolvarea problemei respective, se vor alege cîmpurile de toleranță din șirul 2.

Dacă nici cîmpurile de toleranță din șirul 2 nu sînt satisfăcătoare se vor alege cîmpuri de toleranță de uz general, dintre cele cuprinse în STAS 8102-68 și în STAS 8103-68, iar în cazuri cu totul excepționale, se va recurge la cîmpuri de toleranță care nu sînt cuprinse în STAS 8102-68 și STAS 8103-68 și ale căror valori se calculează conform prescripțiilor din STAS 8101-68 sau se aleg în funcție de necesități.

Ajustajele recomandate a fi folosite în practica industrială curentă sînt indicate în tabela 9.3. Cîmpurile de toleranță făcînd parte din șirul 1 sînt culese cu caractere grase și încadrate în chenar, ajustajele respective avînd folosire preferențială. În caz de necesitate se pot folosi și ajusraje formate prin alte combinații ale cîmpurilor de toleranță cuprinse în tabela 9.3.

STAS 8105-68 tratează aceeași problemă în cadrul sistemului arbore unitar. În tabela 9.4 sînt indicate ajustajele preferențiale pentru acest sistem.

Alegerea grupei de ajustaj (cu joc, intermediar, cu strîngere) pentru diferitele cazuri de construcții nu prezin-

Tabela 9.3. **Sistemul ISO de toleranțe și ajustaje — Cîmpuri de toleranță preferențiale și ajustaje preferențiale pentru dimensiuni pînă la 500 mm Sistemul alezaj unitar (STAS 8104—68)**

	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12
a			a9			a11	
b			b9			b11	b12
c		c8	c9			c11	
d		d8	d9	d10	d10	d11	
e	e7	e8	e9				
f	f6	f7 f6	f8	f9			
g	g5	g6					
h	h5	h6	h8 h7	h9	h10	h11	h12
j	j5	j6	j7				
k	k5	k6	k7				
m	m5	m6	m7				
n	n5	n6	n7				
p	p5	p6	p7				
r	r5	r6	r7				
s	s5	s6	s7				
t	t5	t6					
u	u5	u6	u7				
v	v5	v6					
x	x5	x6	x7				
y		y6	y7				
z		z6	z7				

Tabela 9.4. **Sistemul ISO de toleranțe și ajustaje — Cîmpuri de toleranță preferențiale și ajustaje preferențiale pentru dimensiuni pînă la *500* mm Sistemul arbore unitar (STAS 8105—68)**

	h6	h7	h8	h9	h11
A					A11
B					B11
D				D8	D11
E			E7		
F		F7	F8		
G	G7				
H	H7	H8	H8	H9	H11
J	J7				
K	K7				
M	M7				
N	N7				
P	P7				
R	R7				
S	S7				
U	U7				
X	X7				
Z	Z7				

tă de obicei dificultăți. Astfel, de exemplu, ajustajele fixe, la care poziția relativă a celor două piese trebuie să fie suficient de precisă, sînt realizate din ajustaje cu strîngere sau prin ajustaje intermediare; primele sînt folosite la asamblări nedemontabile, iar celelalte, cînd se prevăd posibilități de demontare. Asamblările cu joc pot fi realizate numai utilizînd grupa ajustajelor cu joc.

În ceea ce privește alegerea ajustajelor în interiorul unei grupei aceasta constituie o situație mai dificilă, deoarece este necesar să se țină seama de caracteristicile fiecărui ajustaj, de condițiile asamblări, de condițiile de exploatare și de reparații.

3.7. AJUSTAJE CU STRÎNGERE, INTERMEDIARE, CU JOC

3.7.1. Ajustaje cu strîngere. Din grupa ajustajelor cu strîngere fac parte următoarele ajustaje:

— ajustajele custrîngeri cu caracter special H6/v5, H6/x5, H7/v6, H7/x6, H7/y6, H7/z6, H8/x7, H8/y7 și H8/z7;

— ajustajele cu strîngeri extrem de mari H6/u5, H7/u6 și H8/u7;

— ajustajele cu strîngeri foarte mari H6/t5 și H7/t6;

— ajustajele cu strîngeri mari H6/s5, H7/s6 și H8/s7;

— ajustajele cu strîngeri mijlocii H6/r5, H7/r6 și H8/r7 (ultimul ajustaj se folosește numai cînd $D > 100$ mm);

— ajustajele cu strîngeri mici H6/p5, H7/p6;

— ajustajele cu strîngeri foarte mici H6/n5, dar numai pentru $D > 3$ mm.

Ajustajele cu strîngere cu caracter special, cu strîngeri foarte mari, cu strîngeri mari și cu strîngeri extrem de mari se folosesc la transmiterea unor momente mari de răsucire și în cazul unor încărcări dinamice mari. Asamblările cu aceste ajustaje se realizează de obicei la cald, încălzind piesa cu alezaj și lăsînd arborele rece. Uneori mărimea strîngerii

permite ca în locul încălzirii piesei cu alezaj să se răcească arborele în dioxid de carbon sau în aer lichid. Folosind aceleași ajustaje asamblarea pieselor se mai poate face și prin presare.

Pentru exemplificare, se indică folosirea ajustajului cu strîngere extrem de mare H7/u6 în următoarele cazuri: asamblarea bandajelor de oțel pe roțile de locomotivă și vagoane, asamblarea bolțurilor de manivelă cu discul manivelelor, samblarea cuplajelor de legătură în formă de disc la capetele unui arbore etc.

Ajustajele cu strîngeri mari se pot folosi la piese cu pereți subțiri. Astfel, ajustajul H7/s6 este indicat la montarea inelelor de contact pe mașinile electrice de dimensiuni mici și mijlocii, iar ajustajul H8/s7 la montarea cuplajelor și inelelor nedemontabile pe arborii diferitelor mașini. Cînd asamblarea trebuie să aibă o precizie mare, din cauza lungimii ei prea mari sau în cazul în care piesa trebuie să fie asamblată concomitent pe două sau mai multe suprafețe coaxiale, cum este cazul bucșei rotorului cu arborele motorului electric, se recomandă ajustajul cu strîngere mare H6/s5.

Ajustajul cu strîngere extrem de mare H8/u7 se folosește cu precădere la mașinile agricole, precum și la subansamblurile mijloacelor de transport și ridicat. Ca exemple se indică fixarea unui bolț de manivelă în disc și a discului de arbore la mașini agricole, sau introducerea bucșelor cilindrice în corpul sertarelor la locomotive.

Ajustajul cu strîngere mijlocie H7/r6 se folosește în cazul introducerii bucșelor în locașurile subansamblelor supuse unor sarcini puternice, cum sînt, de exemplu, ajustajele bucșelor din corpul bielei unui compresor.

Ajustajele cu strîngere mijlocie H6/r5 și cu *strîngere mică* H7/p6 se folosesc cînd momentele de răsucire și forțele care pot provoca deplasarea pieselor sînt mici, sau cînd legătura fixă a pieselor este asigurată prin mijloace speciale. Ajustajul H6/r5 este utilizat foarte rar, iar ajustajul H7/p6 se folosește la montarea inelelor rulmenților în anumite condiții de exploatare, la bucșele introduse în roțile dințate ale păpușii fixe a strungurilor, la montarea roților dințate cu ajutorul unor pene etc.

Ajustajele cu strîngeri foarte mici H6/n5 și N6/h5 se folosesc, de exemplu, la asamblarea bolțului de piston cu pistonul unui motor de tractor.

3.7.2. Ajustaje intermediare. În cadrul acestor ajustaje pot fi atît jocuri, cît și strîngeri. Pentru ca imobilitatea pieselor să fie totuși asigurată, se utilizează: pene, știfturi, șuruburi și alte elemente de fixare.

Din categoria ajustajelor intermediare fac parte:

— **ajustajele intermediare cu joc posibil extrem de redus**: H7/n6 și H8/n7;

— ajustajele intermediare cu strîngere probabilă mai mare: H6/m5, [H7/m6], H8/m7;

— ajustajele intermediare cu strîngere probabilă mică: H6/k5, [H7/k6], H8/k7;

— ajustajele intermediare cu joc probabil foarte mic sau într-un număr redus de cazuri — cu o slabă strîngere probabilă: H6/j5, [H7/j6], H8/j7.

Ajustajele intermediare se folosesc cu precădere la asamblările care se demontează des în vederea examinării sau înlocuirii pieselor. Demonstarea pieselor se realizează cu ajutorul unui ciocan sau cu dispozitive simple.

Pentru ca jocurile și strîngerile să nu varieze prea mult în limitele unui singur tip de ajustaj, ajustajele intermediare sînt realizate numai în cadrul treptelor de precizie 5, 6, 7 și 8.

Ajustajele intermediare cu joc posibil extrem de redus, prevăzute cu pene, sînt indicate:

— cînd subansamblul este supus, în exploatare, unor sarcini dinamice (lovituri cu șocuri), în care caz jocurile sînt dăunătoare;

— cînd trebuie să fie întărită o asamblare asigurată cu elemente de fixare, prin crearea unor tensiuni suplimentare în material pe suprafața de contact a pieselor.

Aceste ajustaje se prescriu în cazul unor bucșe cu pereți subțiri, care nu permit utilizarea unor elemente de fixare. Tot asemenea ajustaje se pot folosi la fixarea roții dințate pe arborele unei mașini de forjat (H7/n6), la asamblarea bucșei sertarului de distribuție la un ciocan cu aer comprimat sau cu abur (H8/n7).

Ajustajele intermediare cu strîngere probabilă mai mare au strîngeri mai mici decît ajustajele intermediare cu joc posibil extrem de redus, ele fiind folosite la încărcări statice mari sau la sarcini dinamice mici. Acest ajustaj poate înlocui ajustajul cu joc posibil extrem de redus cînd lungimea de asamblare este mai mare decît 1,5 d. Astfel, ajustajele H6/n5 și M6/h5 se folosesc la asamblarea bolțului de piston fixat în piston; ajustajul [H7/m6] la asamblarea roții dințate conice pe arborele unui reductor; ajustajul H8/m7 la fixarea bolțurilor capului de cruce în patina unui compresor.

Ajustajele intermediare cu strîngere probabilă mică au strîngeri negative sau apropiate de zero, asigurînd o centrare bună la solicitări mici și mijlocii. Aceste ajustaje permit montarea și demontarea ușoară a pieselor, cum sînt: volanții mici, roțile cu dimensiuni mici, bucșele demontabile ale lagărelor etc. Ca exemple de asemenea ajustaje se indică: H6/k5 la asamblarea suprafeței cilindrice exterioare a unui lagăr cu corpul păpușei fixe a unui strung; [H7/k6] la asamblarea roților dințate fixe, cilindrice și conice, ale mașinilor-unelte sau la fixarea cuplajelor la extremitățile arborilor motoarelor electrice; H8/k7 la fixarea pistonului pe tija pompei sau la fixarea bolțului capului de cruce în urechile bielei unui compresor.

Ajustajele intermediare cu joc probabil foarte mic sau într-un număr redus de cazuri — *cu slabă strîngere probabilă* — sînt caracterizate în mod obișnuit prin jocuri în loc de strîngeri și se folosesc la subansamblurile care, în exploatare, sînt supuse deseori montării și demontării, cum sînt, de exemplu, volanții de schimb, roțile dințate de schimb etc. Aceste ajustaje își au aplicație după cum urmează: H6/j5 la asamblarea bucșei conice în lagărul păpușii fixe a unui strung pentru tăiat filet; [H7/j6] la fixarea roților dințate cilindrice și conice cu pene.

3.7.3. **Ajustaje cu joc.** Aceste ajustaje se folosesc în subsansambluri ale căror piese se pot deplasa una față de alta în timpul lucrului; deplasările pot fi axiale sau radiale. În timpul lucrului temprатura poate fi constantă sau variată.

Pentru alegerea optimă a jocurilor trebuie să se țină seama de următoarele indicații. În cazul unei mișcări de rotație, jocul trebuie să fie cu atît mai mare, cu cît turația este mai mare și cu cît precizia de prelucrare este mai mică. Jocul trebuie să fie mărit cînd arborele este sprijinit în mai multe lagăre, deoarece există deformările inerente ale arborelui și coaxialitatea imperfectă a lagărelor. Jocul trebuie de asemenea mărit proporțional cu creșterea viscozității uleiului de ungere.

Din categoria ajustajelor cu joc fac parte:

— ajustajele cu joc minim egal cu zero, joc probabil foarte mic: H6/h5, [H7/h6], [H8/h8], H8/h7, H9/h9, H10/h10, [H11/h11], H12/h12;

— ajustajele cu jocuri foarte mici [H7/g6], H6/g5;

— ajustajele cu jocuri mici: H6/f6, H7/f6, [H7/f7], [H8/f8], H9/f9;

— ajustajele cu jocuri mijlocii:

a) avînd valori mai mici: H6/e7, [H7/e8], H8/e9;

b) avînd valori mai mari: H7/d8, [H8/d9], H9/d10, H10/d10, [H11/d11];

— ajustajele cu jocuri mari: H7/c8, H8/c9, H11/c11;

— ajustajele cu jocuri foarte mari: H8/a9, [H11/a11], H8/b9, [H11/b11], H12/b12.

Ajustajele cu joc minim egal cu zero, joc probabil foarte mic, se caracterizează printr-un joc minim egal cu zero și un joc maxim egal cu suma toleranțelor alezajului și arborelui, adică cu toleranța ajustajului.

Aceste ajustaje pot fi utilizate atît la asamblări fixe cît şi la cele mobile.

La asamblările fixe, acest ajustaj se poate folosi în următoarele situaţii:

H6/h5 la asamblarea unei bucşe pe arborele unei maşini-unelte;

H7/h6 la asamblarea roţilor dinţate de schimb pe arborii diferitelor maşini-unelte, a roţilor de transmisie dintr-o singură bucată, a bielelor pe bolţurile capetelor de cruce la compresoare;

H8/h8 la asamblarea capului bielei în locaşul tijei;

H9/h9 la asamblarea excentricului pe arborele unei pompe cu excentric, a roţilor dinţate fixe pe arbore sau bucşe, a bolţurilor în capul bielei unui compresor;

H11/h11 la asamblarea capacului presetupei, la montarea cremalierei pe tija unui mecanism de descărcare cu cărucior etc.;

H12/h12 la asamblarea pieselor armăturilor electrice, întrerupătoarelor, pîrghiilor etc.

Ajustajele cu jocuri foarte mici figurează numai în treptele de precizie 5, 6 şi 7. Ele se folosesc, în general, pentru menţinerea unei coaxialităţi bune între arbore şi alezaj a două piese în timpul funcţionării, cum este cazul la asamblarea arborilor principali ai strungurilor de precizie, a capetelor divizoare, a roţilor de schimb, a asamblărilor ventilelor.

Pentru exemplificare, ajustajul H6/g5 este utilizat la asamblarea bucşelor de ghidare în alezaje, iar H7/g6 la asamblarea arborelui cotit cu capătul bielei, a bucşelor de schimb pentru ghidare.

Ajustajele cu jocuri mici sînt cel mai mult utilizate în construcţia de maşini, în special în cazul rotirii pieselor cu viteze moderate. Astfel, ajustajul H7/f7 este folosit pentru roţile dinţate care se rotesc liber pe arbori, arborii asamblaţi în lagărele maşinilor electrice mici şi mijlocii, iar ajustajul H8/f8, avînd jocuri ceva mai mari, se foloseşte la asamblarea arborilor în lagăre, în cazul unor turaţii mari, ca de exemplu la pompele centrifuge, la roţile dinţate libere pe bucşe, la roţile libere etc. Ajustajul H9/f9 este recomandat pentru lagărele mecanismelor grosolane şi a mufelor montate liber, în vederea unei deplasări axiale a arborilor, a diferitelor pîrghii, a segmenţilor de piston, la asamblarea bolţurilor în articulaţii, precum şi în cazul îmbinărilor mai puţin pretenţioase, cum este de exemplu la arborii prelucraţi grosolan care se rotesc în lagăre, la arborii traşi în construcţia de maşini agricole etc.

Ajustajele cu jocuri mijlocii sînt indicate pentru arborii cu trei lagăre în cazul unor turaţii mari sau mijlocii. Cînd au valori mai mari şi deci jocuri relativ mari, aceste ajustaje se folosesc în cazurile cînd există o turaţie mare şi o presiune specifică mică în lagăre, cum este cazul asamblărilor neprecise care permit înclinări.

Ca exemple de utilizare a ajustajelor cu jocuri mijlocii avînd valori mai mici se menţionează: H6/e7 la asamblarea arborilor de distribuţie în lagărele motoarelor Diesel, a arborilor pompelor centrifuge şi a turbogeneratoarelor etc.; ajustajul H7/e8 la asamblarea bucşei roţii baladoare cu arborele; ajustajul H8/e9 la asamblarea arborilor în lagărele maşinilor agricole, la asamblarea pistonului cu cilindrul pompei, la asamblarea segmenţilor de etanşare în lagărele respectiv etc.

Pentru folosirea ajustajelor cu jocuri mijlocii avînd valori mai mari, se dau următoarele exemple: ajustajul H7/d8 la asamblarea supapelor de precizie (supapele de admisiune) în ghidaje, la montarea în lagăre lungi, la asamblarea segmenţilor de piston în canalele respective în lăţime; ajustajul H8/d9 la cutiile ventilelor în corpurile compresoarelor; ajustajul H9/d10 la centrarea capacelor laterale; ajustajul H11/d11 la bolţurile de articulaţii pentru asamblări de mică importanţă la dispozitive de protecţie, la arborii care se rotesc în lagărele aparatelor de mică precizie şi la maşini de uz casnic.

Ajustajele cu jocuri mari permit asigurarea unei anumite elasticităţi necesară pieselor în condiţii de solicitări şi medii nefavorabile, cum este cazul la unele maşini agricole, la utilajele folosite în construcţii etc. Pentru exemplificare, ajustajul C11/h11 se poate folosi la arborii traşi neprelucraţi, iar ajustajul H7/c8 este indicat pentru tija supapei în bucşa de ghidare la motoarele cu ardere internă, deoarece arborele se încălzeşte mai mult decît alezajul.

Ajustajele cu jocuri foarte mari se folosesc în puţine cazuri. Ele se utilizează la unele maşini agricole, la utilaje în construcţie, la lagăre utilizate în aer liber şi supuse intemperiilor, murdăriei etc. Ca exemple de folosire a acestor ajustaje se menţionează că ajustajul H11/a11 este destinat pieselor componente ce urmează a fi îmbinate foarte larg, iar ajustajul H8/c9 se poate utiliza la un cilindru hidraulic cu piston, la care pistonul are un diametru cu 0,1 mm mai mic decît cilindrul.

3.8. VALORI NUMERICE

În tabelele care urmează (9.5 ... 9.9) sînt indicate date numerice pentru ansamblul sistemului ISO de toleranţe şi ajustaje.

Toleranţele fundamentale IT pentru dimensiuni pînă la 500 mm şi pentru preciziile 01, 0 şi 1 la 16, sînt cuprinse pentru fiecare interval de dimensiuni nominale, în tabela 9.5.

Abaterile fundamentale, pe precizii, intervale de dimensiuni nominale şi poziţii ale cîmpului de toleranţă, pentru dimensiuni pînă la 500 mm, se găsesc în STAS 8101-68 atît pentru alezaje cît şi arbori.

Abaterile limită corespunzătoare cîmpurilor de toleranţă de uz general pentru arbori avînd dimensiuni pînă la 500 mm, sînt redate după STAS 8102-68, în tabela 9.6.

Tabela 9.5. **Toleranțele fundamentale IT (μm)**

Dimensiuni nominale (mm) / Precizia	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
pînă la 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
peste 3 pînă la 6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
peste 6 pînă la 10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900
peste 10 pînă la 18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100
peste 18 pînă la 30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300
peste 30 pînă la 50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600
peste 50 pînă la 80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900
peste 80 pînă la 120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200
peste 120 pînă la 180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500
peste 180 pînă la 250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900
peste 250 pînă la 315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200
peste 315 pînă la 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600
peste 400 pînă la 500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000

Observație. Toleranțele fundamentale ale preciziilor 14, 15 și 16 pentru dimensiuni pînă la 3 mm sînt valabile numai pentru dimensiuni peste 1 mm.

Tabela 9.6. **Sistemul ISO de toleranțe și ajustaje — Cîmpuri de toleranță de uz general pentru dimensiuni pînă la 500 mm — Arbori Abateri limită în micrometri (μm) (STAS 8102—68)**

Poziția cîmpului de toleranță	a		b				c		
Simbolul	a9	a11	b8	b9	b11	b12	8	c9	c11
Dimensiuni nominale (mm): Pînă la 3	−270	−270	−140	−140	−140	−140	−60	−60	−60
	−295	−330	−154	−165	−200	−240	−74	−85	−120
Peste 3 pînă la 6	−270	−270	−140	−140	−140	−140	−70	−70	−70
	−300	−345	−158	−170	−215	−260	−88	−100	−145
Peste 6 pînă la 10	−280	−280	−150	−150	−150	−150	−80	−80	−80
	−316	−370	−172	−186	−240	−300	−102	−116	−170
Peste 10 pînă la 18	−290	−290	−150	−150	−150	−150	−95	−95	−95
	−333	−400	−177	−193	−260	−330	−122	−138	−205
Peste 18 pînă la 30	−300	−300	−160	−160	−160	−160	−110	−110	−110
	−352	−430	−193	−212	−290	−370	−143	−162	−240
Peste 30 pînă la 40	−310	−310	−170	−170	−170	−170	−120	−120	−120
	−372	−470	−209	−232	−330	−420	−159	−182	−280
Peste 40 pînă la 50	−320	−320	−180	−180	−180	−180	−130	−130	−130
	−382	−480	−219	−242	−340	−430	−169	−192	−290
Peste 50 pînă la 65	−340	−340	−190	−190	−190	−190	−140	−140	−140
	−414	−530	−236	−264	−380	−490	−186	−214	−330
Peste 65 pînă la 80	−360	−360	−200	−200	−200	−200	−150	−150	−150
	−434	−550	−246	−274	−390	−500	−196	−224	−340
Peste 80 pînă la 100	−380	−380	−220	−220	−220	−220	−170	−170	−170
	−467	−600	−274	−307	−440	−570	−224	−257	−390
Peste 100 pînă la 120	−410	−410	−240	−240	−240	−240	−180	−180	−180
	−497	−630	−294	−327	−460	−590	−234	−267	−400
Peste 120 pînă la 140	−460	−460	−260	−260	−260	−260	−200	−200	−200
	−560	−710	−323	−360	−510	−660	−263	−300	−450
Peste 140 pînă la 160	−520	−520	−280	−280	−280	−280	−210	−210	−210
	−620	−770	−343	−380	−530	−680	−273	−310	−460
Peste 160 pînă la 180	−580	−580	−310	−310	−310	−310	−230	−230	−230
	−680	−830	−373	−410	−560	−710	−293	−330	−480
Peste 180 pînă la 200	−660	−660	−340	−340	−340	−340	−240	−240	−240
	−775	−950	−412	−455	−630	−800	−312	−355	−530
Peste 200 pînă la 225	−740	−740	−380	−380	−380	−380	−260	−260	−260
	−855	−1030	−452	−495	−670	−840	−332	−375	−550
Peste 225 pînă la 250	−820	−820	−420	−420	−420	−420	−280	−280	−280
	−935	−1110	−492	−535	−710	−880	−352	−395	−570
Peste 250 pînă la 280	−920	−920	−480	−480	−480	−480	−300	−300	−300
	−1050	−1240	−561	−610	−800	−1000	−381	−430	−620
Peste 280 pînă la 315	−1050	−1050	−540	−540	−540	−540	−330	−330	−330
	−1180	−1370	−621	−670	−860	−1060	−411	−460	−650
Peste 315 pînă la 355	−1200	−1200	−600	−600	−600	−600	−360	−360	−360
	−1340	−1560	−689	−740	−960	−1170	−449	−500	−720
Peste 355 pînă la 400	−1350	−1350	−680	−680	−680	−680	−400	−400	−400
	−1490	−1710	−769	−820	−1040	−1250	−489	−540	−760
Peste 400 pînă la 450	−1500	−1500	−760	−760	−760	−760	−440	−440	−440
	−1655	−1900	−857	−915	−1160	−1390	−537	−595	−840
Peste 450 pînă la 500	−1650	−1650	−840	−840	−840	−840	−480	−480	−480
	−1805	−2050	−937	−995	−1240	−1470	−577	−635	−880

Tabela 9.6 (continuare)

Poziția cîmpului de toleranță	d							e				
Simbolul	d5	d6	d7	d8	d9	d10	d11	e5	e6	e7	e8	e9
Dimensiuni nominale (mm)												
Pînă la 3	−20 −24	−20 −26	−20 −30	−20 −34	−20 −45	−20 −60	−20 −80	−14 −18	−14 −20	−14 −24	−14 −28	−14 −39
Peste 3 pînă la 6	−30 −35	−30 −38	−30 −42	−30 −48	−30 −60	−30 −78	−30 −105	−20 −25	−20 −28	−20 −32	−20 −38	−20 −50
Peste 6 pînă la 10	−40 −46	−40 −49	−40 −55	−40 −62	−40 −76	−40 −98	−40 −130	−25 −31	−25 −34	−25 −40	−25 −47	−25 −61
Peste 10 pînă la 18	−50 −58	−50 −61	−50 −68	−50 −77	−50 −93	−50 −120	−50 −160	−32 −40	−32 −43	−32 −50	−32 −59	−32 −75
Peste 18 pînă la 30	−65 −74	−65 −78	−65 −86	−65 −98	−65 −117	−65 −149	−65 −195	−40 −49	−40 −53	−40 −61	−40 −73	−40 −92
Peste 30 pînă la 50	−80 −91	−80 −96	−80 −105	−80 −119	−80 −142	−80 −180	−80 −240	−50 −61	−50 −66	−50 −75	−50 −89	−50 −112
Peste 50 pînă la 80	−100 −113	−100 −119	−100 −130	−100 −146	−100 −174	−100 −220	−100 −290	−60 −73	−60 −79	−60 −90	−60 −106	−60 −134
Peste 80 pînă la 120	−120 −135	−120 −142	−120 −155	−120 −174	−120 −207	−120 −260	−120 −340	−72 −87	−72 −94	−72 −107	−72 −126	−72 −159
Peste 120 pînă la 180	−145 −163	−145 −170	−145 −185	−145 −208	−145 −245	−145 −305	−145 −395	−85 −103	−85 −110	−85 −125	−85 −148	−85 −185
Peste 180 pînă la 250	−170 −190	−170 −199	−170 −216	−170 −242	−170 −285	−170 −355	−170 −460	−100 −120	−100 −129	−100 −146	−100 −172	−100 −215
Peste 250 pînă la 315	−190 −213	−190 −222	−190 −242	−190 −271	−190 −320	−190 −400	−190 −510	−110 −133	−110 −142	−110 −162	−110 −191	−110 −240
Peste 315 pînă la 400	−210 −235	−210 −246	−210 −267	−210 −299	−210 −350	−210 −440	−210 −570	−125 −150	−125 −161	−125 −182	−125 −214	−125 −265
Peste 400 pînă la 500	−230 −257	−230 −270	−230 −293	−230 −327	−230 −385	−230 −480	−230 −630	−135 −162	−135 −175	−135 −198	−135 −232	−135 −290

Poziția cîmpului de toleranță	f						g			
Simbolul	f4	f5	f6	f7	f8	f9	g4	g5	g6	g7
Dimensiuni nominale (mm)										
Pînă la 3	−6 −9	−6 −10	−6 −12	−6 −16	−6 −20	−6 −31	−2 −5	−2 −6	−2 −8	−2 −12
Peste 3 pînă la 6	−10 −14	−10 −15	−10 −18	−10 −22	−10 −28	−10 −40	−4 −8	−4 −9	−4 −12	−4 −16
Peste 6 pînă la 10	−13 −17	−13 −19	−13 −22	−13 −28	−13 −35	−13 −49	−5 −9	−5 −11	−5 −14	−5 −20
Peste 10 pînă la 18	−16 −21	−16 −24	−16 −27	−16 −34	−16 −43	−16 −59	−6 −11	−6 −14	−6 −17	−6 −24
Peste 18 pînă la 30	−20 −26	−20 −29	−20 −33	−20 −41	−20 −53	−20 −72	−7 −13	−7 −16	−7 −20	−7 −28
Peste 30 pînă la 50	−25 −32	−25 −36	−25 −41	−25 −50	−25 −64	−25 −87	−9 −16	−9 −20	−9 −25	−9 −34
Peste 50 pînă la 80	−30 −38	−30 −43	−30 −49	−30 −60	−30 −76	−30 −104	−10 −18	−10 −23	−10 −29	−10 −40
Peste 80 pînă la 120	−36 −46	−36 −51	−36 −58	−36 −71	−36 −90	−36 −123	−12 −22	−12 −27	−12 −34	−12 −47
Peste 120 pînă la 180	−43 −55	−43 −61	−43 −68	−43 −83	−43 −106	−43 −143	−14 −26	−14 −32	−14 −39	−14 −54
Peste 180 pînă la 250	−50 −64	−50 −70	−50 −79	−50 −96	−50 −122	−50 −165	−15 −29	−15 −35	−15 −44	−15 −61
Peste 250 pînă la 315	−56 −72	−56 −79	−56 −88	−56 −108	−56 −137	−56 −186	−17 −33	−17 −40	−17 −49	−17 −69
Peste 315 pînă la 400	−62 −80	−62 −87	−62 −98	−62 −119	−62 −151	−62 −202	−18 −36	−18 −43	−18 −54	−18 −75
Peste 400 pînă la 500	−68 −88	−68 −95	−68 −108	−68 −131	−68 −165	−68 −223	−20 −40	−20 −47	−20 −60	−20 −83

Poziția cîmpului de toleranță	h															
Simbolul	h1	h2	h3	h4	h5	h6	h7	h8	h9	h10	h11	h12	h13	h14	h15	h16
Dimensiuni nominale (mm)																
Pînă la 3	−0 0,8	0 −1,2	0 −2	0 −3	0 −4	0 −6	0 −10	0 −14	0 −25	0 −40	0 −60	0 −100	0 −140	0 −250	0 −400	0 −600
Peste 3 pînă la 6	0 −1	0 −1,5	0 −2,5	0 −4	0 −5	0 −8	0 −12	0 −18	0 −30	0 −48	0 −75	0 −120	0 −180	0 −300	0 −480	0 −750
Peste 6 pînă la 10	0 −1	0 −1,5	0 −2,5	0 −4	0 −6	0 −9	0 −15	0 −22	0 −36	0 −58	0 −90	0 −150	0 −220	0 −360	0 −580	0 −900
Peste 10 pînă la 18	0 −1,2	0 −2	0 −4	0 −5	0 −8	0 −11	0 −18	0 −27	0 −43	0 −70	0 −110	0 180	0 −270	0 −430	0 −700	0 −1100
Peste 18 pînă la 30	0 −1,5	0 −2,5	0 −4	0 −6	0 −9	0 −13	0 −21	0 −33	0 −52	0 −84	0 −130	0 −210	0 −330	0 −520	0 −840	0 −1300
Peste 30 pînă la 50	0 −1,5	0 −2,5	0 −4	0 −7	0 −11	0 −16	0 −25	0 −39	0 −62	0 −100	0 −160	0 −250	0 −390	0 −620	0 −1000	0 −1600
Peste 50 pînă la 80	0 −2	0 −3	0 −5	0 −8	0 −13	0 −19	0 −30	0 −46	0 −74	0 −120	0 −190	0 −300	0 −460	0 −740	0 −1200	0 −1900
Peste 80 pînă la 120	0 −2,5	0 −4	0 −6	0 −10	0 −15	0 −22	0 −35	0 −54	0 −87	0 −140	0 −220	0 −350	0 −540	0 −870	0 −1400	0 −2200

Tabela 9.6 (continuare)

Poziția cîmpului de toleranță / Simbolul	h1	h2	h3	h4	h5	h6	h7	h8	h9	h10	h11	h12	h13	h14	h15	h16
Dimensiuni nominale (mm) Peste 120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
pînă la 180	−3,5	−5	−8	−12	−18	−25	−40	−63	−100	−160	−250	−400	−630	−1000	−1600	−2500
Peste 180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
pînă la 250	−4,5	−7	−10	−14	−20	−29	−46	−72	−115	−185	−290	−460	−720	−1150	−1850	−2900
Peste 250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
pînă la 315	−6	−8	−12	−16	−23	−32	−52	−81	−130	−210	−320	−520	−810	−1300	−2100	−3200
Peste 315	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
pînă la 400	−7	−9	−13	−18	−25	−36	−57	−89	−140	−230	−360	−570	−890	−1400	−2300	−3600
Peste 400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
pînă la 500	−8	−10	−15	−20	−27	−40	−63	−97	−155	−250	−400	−630	−970	−1550	−2500	−4000

Observaţie. Abaterile limită corespunzătoare simbolurilor h14, h15 şi h16, la dimensiunile pînă la 3 mm, sînt valabile numai pentru dimensiunile peste 1 mm.

Tabela 9.6 (continuare)

Poziția cîmpului de toleranță	j			j_s							
Simbolul	j5	j6	j7	j_s1	j_s2	j_s3	j_s4	j_s5	j_s6	j_s7	j_s8
Dimensiuni nominale (mm) Pînă la 3	+2	+4	+6	+0,4	+0,6	+1	+1,5	+2	+3	+5	+7
	−2	−2	−4	−0,4	−0,6	−1	−1,5	−2	−3	−5	−7
Peste 3 pînă la 6	+3	+6	+8	+0,5	+0,75	+1,25	+2	+2,5	+4	+6	+9
	−2	−2	−4	−0,5	−0,75	−1,25	−2	−2,5	−4	−6	−9
Peste 6 pînă la 10	+4	+7	+10	+0,5	+0,75	+1,25	+2	+3	+4,5	+7,5	+11
	−2	−2	−5	−0,5	−0,75	−1,25	−2	−3	−4,5	−7,5	−11
Peste 10 pînă la 18	+5	+8	+12	+0,6	+1	+1,5	+2,5	+4	+5,5	+9	+13,5
	−3	−3	−6	−0,6	−1	−1,5	−2,5	−4	−5,5	−9	−13,5
Peste 18 pînă la 30	+5	+9	+13	+0,75	+1,25	+2	+3	+4,5	+6,5	+10,5	+16,5
	−4	−4	−8	−0,75	−1,25	−2	−3	−4,5	−6,5	−10,5	−16,5
Peste 30 pînă la 50	+6	+11	+15	+0,75	+1,25	+2	+3,5	+5,5	+8	+12,5	+19,5
	−5	−5	−10	−0,75	−1,25	−2	−3,5	−5,5	−8	−12,5	−19,5
Peste 50 pînă la 80	+6	+12	+18	+1	+1,5	+2,5	+4	+6,5	+9,5	+15	+23
	−7	−7	−12	−1	−1,5	−2,5	−4	−6,5	−9,5	−15	−23
Peste 80 pînă la 120	+6	+13	+20	+1,25	+2	+3	+5	+7,5	+11	+17,5	+27
	−9	−9	−15	−1,25	−2	−3	−5	−7,5	−11	−17,5	−27
Peste 120 pînă la 180	+7	+14	+22	+1,75	+2,5	+4	+6	+9	+12,5	+20	+31,5
	−11	−11	−18	−1,75	−2,5	−4	−6	−9	−12,5	−20	−31,5
Peste 180 pînă la 250	+7	+16	+25	+2,25	+3,5	+5	+7	+10	+14,5	+23	+36
	−13	−13	−21	−2,25	−3,5	−5	−7	−10	−14,5	−23	−36
Peste 250 pînă la 315	+7	+16	+26	+3	+4	+6	+8	+11,5	+16	+26	+40,5
	−16	−16	−26	−3	−4	−6	−8	−11,5	−16	−26	−40,5
Peste 315 pînă la 400	+7	+18	+29	+3,5	+4,5	+6,5	+9	+12,5	+18	+28,5	+44,5
	−18	−18	−28	−3,5	−4,5	−6,5	−9	−12,5	−18	−28,5	−44,5
Peste 400 pînă la 500	+7	+20	+31	+4	+5	+7,5	+10	+13,5	+20	+31,5	+48,5
	−20	−20	−32	−4	−5	−7,5	−10	−13,5	−20	−31,5	−48,5

Observaţie. Abaterile limită pentru arborii *a* şi *b*, la dimensiuni pînă la 3 mm, sînt valabile numai pentru dimensiuni peste 1 mm.

Tabela 9.6 (continuare)

Poziția cîmpului de toleranță	j_s								k			
Simbolul	j_s9	s	j_s11	j_s12	j_s13	j_s14	j_s15	j16	k4	k5	k6	k7
Dimensiuni nominale (mm) Pînă la 3	+12,5	+20	+30	+50	+70	+125	+200	+300	+3	+4	+6	+10
	−12,5	−20	−30	−50	−70	−125	−200	−300	0	0	0	0
Peste 3 pînă la 6	+15	+24	+37,5	+60	+90	+150	+240	+375	+5	+6	+9	+13
	−15	−24	−37,5	−60	−90	−150	−240	375	+1	+1	+1	+1
Peste 6 pînă la 10	+18	+29	+45	+75	+110	+180	+290	+450	+5	+7	+10	+16
	−18	−29	−45	−75	−110	−180	−290	−450	+1	+1	+1	+1
Peste 10 pînă la 18	+21,5	+35	+55	+90	+135	+215	+350	+550	+6	+9	+12	+19
	−21,5	−35	−55	−90	−135	−215	−350	−550	+1	+1	+1	+1
Peste 18 pînă la 30	+26	+42	+65	+105	+165	+260	+420	+650	+8	+11	+15	+23
	−26	−42	−65	−105	−165	−260	−420	−650	+2	+2	+2	+2
Peste 30 pînă la 50	+31	+50	+80	+125	+195	+310	+500	+800	+9	+13	+18	+27
	−31	−50	−80	−125	−195	−310	−500	−800	+2	+2	+2	+2
Peste 50 pînă la 80	+37	+60	+95	+150	+230	+370	+600	+950	+10	+15	+21	+32
	−37	−60	−95	−150	−230	−370	−600	−950	+2	+2	+2	+2
Peste 80 pînă la 120	+43,5	+70	+110	+175	+270	+435	+700	+1100	+13	+18	+25	+38
	−43,5	−70	−110	−175	−270	−435	−700	−1100	+3	+3	+3	+3
Peste 120 pînă la 180	+50	+80	+125	+200	+315	+500	+800	+1250	+15	+21	+28	+43
	−50	−80	−125	−200	−315	−500	−800	−1250	+3	+3	+3	+3
Peste 180 pînă la 250	+57,5	+92,5	+145	+230	+360	+575	+925	−1450	+18	+24	+33	+50
	−57,5	−92,5	−145	−230	−360	−575	+925	+1450	+4	+4	+4	+4
Peste 250 pînă la 315	+65	+105	+160	+260	+405	+650	+1050	+1600	+20	+27	+36	+56
	−65	−105	−160	−260	−405	−650	−1050	−1600	+4	+4	+4	+4

Tabela 9.6 (continuare)

Poziția cîmpului de toleranță	j_s								k			
Simbolul — Dimensiuni nominale (mm)	j_s9	j_s10	j_s11	j_s12	j_s13	j_s14	j_s15	j_s16	k4	k5	k6	k7
Peste 315 pînă la 400	+70 −70	+115 −115	+180 −180	+285 −285	+445 −445	+700 −700	+1150 −1150	+1800 −1800	+22 +4	+29 + 4	+40 + 4	+61 + 4
Peste 400 pînă la 500	+77,5 −77,5	+125 −125	+200 −200	+315 −315	+485 −485	+775 −775	+1250 −1250	+2000 −2000	+25 + 5	+32 + 5	+45 + 5	+68 + 5

Observație: Abaterile limită corespunzătoare simbolurile j_s14, j_s15 și j_s16, la dimensiunile pînă la 3 mm, sînt valabile numai pentru dimensiuni peste 1 mm.

Tabela 9.6 (continuare)

Poziția cîmpului de toleranță	m				n				p			
Simbolul — Dimensiuni nominale (mm)	m4	m5	m6	m7	n4	n5	n6	n7	p4	p5	p6	p7
Pînă la 3	+ 5 + 2	+ 6 + 2	+ 8 + 2	—	+ 7 + 4	+ 8 + 4	+10 + 4	+ 14 + 4	+ 9 + 6	+10 + 6	+ 12 + 6	+ 16 + 6
Peste 3 pînă la 6	+ 8 + 4	+ 9 + 4	+12 + 4	+16 + 4	+12 + 4	+13 + 8	+16 + 8	+ 20 + 8	+16 +12	+17 +12	+ 20 + 12	+ 24 + 12
Peste 6 pînă la 10	+10 + 6	+12 + 6	+15 + 6	+21 + 6	+14 +10	+16 +10	+19 +10	+ 25 + 10	+19 +15	+21 +15	+ 24 + 15	+ 30 + 15
Peste 10 pînă la 18	+12 + 7	+15 + 7	+18 + 7	+25 + 7	+17 +12	+20 +12	+23 +12	+ 30 + 12	+23 +18	+26 +18	+ 29 + 18	+ 36 + 18
Peste 18 pînă la 30	+14 + 8	+17 + 8	+21 + 8	+29 + 8	+21 +15	+24 +15	+28 +15	+ 36 + 15	+28 +22	+31 +22	+ 35 + 22	+ 43 + 22
Peste 30 pînă la 50	+16 + 9	+20 + 9	+25 + 9	+31 + 9	+24 +17	+28 +17	+33 +17	+ 42 + 17	+33 +26	+37 +26	+ 42 + 26	+ 51 + 26
Peste 50 pînă la 80	+19 +11	+24 +11	+30 +11	+41 +11	+28 +20	+33 +20	+39 +20	+ 50 + 20	+40 +32	+45 +32	+ 51 + 32	+ 62 + 32
Peste 80 pînă la 120	+23 +13	+28 +13	+35 +13	+48 +13	+33 +23	+38 +23	+45 +23	+ 58 + 23	+47 +37	+52 +37	+ 59 + 37	+ 72 + 37
Peste 120 pînă la 180	+27 +15	+33 +15	+40 +15	+55 +15	+39 +27	+45 +27	+52 +27	+ 67 + 27	+55 +43	+61 +43	+ 68 + 43	+ 83 + 43
Peste 180 pînă la 250	+31 +17	+37 +17	+46 +17	+63 +17	+45 +31	+51 +31	+60 +31	+ 77 + 31	+64 +50	+70 +50	+ 79 + 50	+ 96 + 50
Peste 250 pînă la 315	+36 +20	+43 +20	+52 +20	+72 +20	+50 +34	+57 +34	+66 +34	+ 86 + 34	+72 +56	+79 +56	+ 88 + 56	+108 + 56
Peste 315 pînă la 400	+39 +21	+46 +21	+57 +21	+78 +21	+55 +37	+62 +37	+73 +37	+ 94 + 37	+80 +62	+87 +62	+ 98 + 62	+119 + 62
Peste 400 pînă la 500	+43 +23	+50 +23	+63 +23	+86 +23	+60 +40	+67 +40	+80 +40	+103 + 40	+88 +68	+95 +68	+108 + 68	+113 + 68

Observații. 1. În locul abaterilor limită nespecificate la simbolul m7, la dimensiuni pînă la 3 mm, se folosesc abaterile limită corespunzătoare simbolului n7. 2. În locul abaterilor limită nespecificate pentru simbolurile t5, t6 și t7, la dimensiuni pînă la 24 mm se folosesc abaterile limită corespunzătoare simbolurilor u5, u6, respectiv u7. 3. În locul abaterilor limită nespecificate pentru simbolurile v5, v6 și v7, la dimensiuni pînă la 14 mm, se folosesc abaterile limită corespunzătoare simbolurilor x5, x6, respectiv x7. 4. În locul abaterilor limită nespecificate pentru simbolurile y6 și y7 la dimensiuni pînă la 18 mm, se folosesc abaterile limită corespunzătoare simbolurilor z6, respectiv z7.

Tabela 9.6 (continuare)

Poziția cîmpului de toleranță	r				s				t		
Simbolul — Dimensiuni nominale (mm)	r4	r5	r6	r7	s4	s5	s6	s7	t5	t6	t7
Pînă la 3	+13 +10	+14 +10	+16 +10	+20 +10	+17 +14	+18 +14	+20 +14	+ 24 + 14	—	—	—
Peste 3 pînă la 6	+19 +15	+20 +15	+23 +15	+27 +15	+23 +19	+24 +19	+27 +19	+ 31 + 19	—	—	—
Peste 6 pînă la 10	+23 +19	+25 +19	+28 +19	+34 +19	+27 +23	+29 +23	+32 +23	+ 38 + 23	—	—	—
Peste 10 pînă la 14	+28 +23	+31 +23	+34 +23	+41 +23	+33 +28	+36 +28	+39 +28	+ 46 + 28	—	—	—
Peste 14 pînă la 18									—	—	—
Peste 18 pînă la 24	+34 +28	+37 +28	+41 +28	+49 +28	+41 +35	+44 +35	+48 +35	+ 56 + 35	—	—	—
Peste 24 pînă la 30									+ 50 + 41	+ 54 + 41	+ 62 + 41
Peste 30 pînă la 40	+41 +34	+45 +34	+50 +34	+59 +34	+50 +43	+54 +43	+59 +43	+ 68 + 43	+ 59 + 48	+ 64 + 48	+ 73 + 48
Peste 40 pînă la 50									+ 65 + 54	+ 70 + 54	+ 79 + 54
Peste 50 pînă la 65	+49 +41	+54 +41	+60 +41	+71 +41	+61 +53	+66 +53	+72 +53	+ 83 + 53	+ 79 + 66	+ 85 + 66	+ 96 + 66
Peste 65 pînă la 80	+51 +43	+56 +43	+62 +43	+73 +43	+67 +59	+72 +59	+78 +59	+ 89 + 59	+ 88 + 75	+ 94 + 75	+105 + 75
Peste 80 pînă la 100	+61 +51	+66 +51	+73 +51	+86 +51	+81 +71	+86 +71	+93 +71	+106 + 71	+106 + 91	+113 + 91	+126 + 91

Tabela 9.6 (continuare)

Poziția cîmpului toleranță		r				s				t		
Simbolul		r4	r5	r6	r7	s4	s5	s6	s7	t5	t6	t7
Dimensiuni nominale (mm)	Peste 100	+ 64	+ 69	+ 76	+ 89	+ 89	+ 94	+101	+114	+119	+126	+139
	pînă la 120	+ 54	+ 54	+ 54	+ 54	+ 79	+ 79	+ 79	+ 79	+104	+104	+104
	Peste 120	+ 75	+ 81	+ 88	+103	+104	+110	+117	+132	+140	+147	+162
	pînă la 140	+ 63	+ 63	+ 63	+ 63	+ 92	+ 92	+ 92	+ 92	+122	+122	+122
	Peste 140	+ 77	+ 83	+ 90	+105	+112	+118	+125	+140	+152	+159	+174
	pînă la 160	+ 65	+ 65	+ 65	+ 65	+100	+100	+100	+100	+134	+134	+134
	Peste 160	+ 80	+ 86	+ 93	+108	+120	+126	+133	+148	+164	+171	+186
	pînă la 180	+ 68	+ 68	+ 68	+ 68	+108	+108	+108	+108	+146	+146	+146
	Peste 180	+ 91	+ 97	+106	+123	+136	+142	+151	+168	+186	+195	+212
	pînă la 200	+ 77	+ 77	+ 77	+ 77	+122	+122	+122	+122	+166	+166	+166
	Peste 200	+ 94	+100	+109	+126	+144	+150	+159	+176	+200	+209	+226
	pînă la 225	+ 80	+ 80	+ 80	+ 80	+130	+130	+130	+130	+180	+180	+180
	Peste 225	+ 98	+104	+113	+130	+154	+160	+169	+186	+216	+225	+242
	pînă la 250	+ 84	+ 84	+ 84	+ 84	+140	+140	+140	+140	+196	+196	+196
	Peste 250	+110	+117	+126	+146	+174	+181	+190	+210	+241	+250	+270
	pînă la 280	+ 94	+ 94	+ 94	+ 94	+158	+158	+158	+158	+218	+218	+218
	Peste 280	+114	+121	+130	+150	+186	+193	+202	+222	+263	+272	+292
	pînă la 315	+ 98	+ 98	+ 98	+ 98	+170	+170	+170	+170	+240	+240	+240
	Peste 315	+126	+133	+144	+165	+208	+215	+226	+247	+293	+304	+325
	pînă la 355	+108	+108	+108	+108	+190	+190	+190	+190	+268	+268	+268
	Peste 355	+132	+139	+150	+171	+226	+233	+244	+265	+319	+330	+351
	pînă la 400	+114	+114	+114	+114	+208	+208	+208	+208	+294	+294	+294
	Peste 400	+146	+153	+166	+189	+252	+259	+272	+295	+357	+370	+393
	pînă la 450	+126	+126	+126	+126	+232	+232	+232	+232	+330	+330	+330
	Peste 450	+152	+159	+172	+195	+272	+279	+292	+315	+387	+400	+423
	pînă la 500	+132	+132	+132	+132	+252	+252	+252	+252	+360	+360	+360

Tabela 9.6 (continuare)

Poziția cîmpului de toleranță		u				v			x			
Simbolul		u5	u6	u7	u8	v5	v6	v7	x5	x6	x7	x8
Dimensiuni nominale (mm)	Pînă la 3	+ 22	+ 24	+ 28	+ 32	—	—	—	+ 24	+ 26	+ 30	+ 34
		+ 18	+ 18	+ 18	+ 18				+ 20	+ 20	+ 20	+ 20
	Peste 3	+ 28	+ 31	+ 35	+ 41	—	—	—	+ 33	+ 36	+ 40	+ 46
	pînă la 6	+ 23	+ 23	+ 23	+ 23	—	—	—	+ 28	+ 28	+ 28	+ 28

Dimensiuni nominale (mm)		u5	u6	u7	u8	v5	v6	v7	x5	x6	x7	x8
	Peste 6	+ 34	+ 37	+ 43	+ 50	—	—	—	+ 40	+ 43	+ 49	+ 56
	pînă la 10	+ 28	+ 28	+ 28	+ 28				+ 34	+ 34	+ 34	+ 34
	Peste 10								+ 48	+ 51	+ 58	+ 67
	pînă la 14	+ 41	+ 44	+ 51	+ 60	—	—	—	+ 40	+ 40	+ 40	+ 40
	Peste 14	+ 33	+ 33	+ 33	+ 33	+ 47	+ 50	+ 57	+ 53	+ 56	+ 63	+ 72
	pînă la 18					+ 39	+ 39	+ 39	+ 45	+ 45	+ 45	+ 45
	Peste 18	+ 50	+ 54	+ 62	+ 74	+ 56	+ 60	+ 68	+ 63	+ 67	+ 75	+ 87
	pînă la 24	+ 41	+ 41	+ 41	+ 41	+ 47	+ 47	+ 47	+ 54	+ 54	+ 54	+ 54
	Peste 24	+ 57	+ 61	+ 69	+ 81	+ 64	+ 68	+ 76	+ 73	+ 77	+ 85	+ 97
	pînă la 30	+ 48	+ 48	+ 48	+ 48	+ 55	+ 55	+ 55	+ 64	+ 64	+ 64	+ 64
	Peste 30	+ 71	+ 76	+ 85	+ 99	+ 79	+ 84	+ 93	+ 91	+ 96	+105	+119
	pînă la 40	+ 60	+ 60	+ 60	+ 60	+ 68	+ 68	+ 68	+ 80	+ 80	+ 80	+ 80
	Peste 40	+ 81	+ 86	+ 95	+109	+ 92	+ 97	+106	+108	+113	+122	+136
	pînă la 50	+ 70	+ 70	+ 70	+ 70	+ 81	+ 81	+ 81	+ 97	+ 97	+ 97	+ 97
	Peste 50	+100	+106	+117	+133	+115	+121	+132	+135	+141	+152	+168
	pînă la 65	+ 87	+ 87	+ 87	+ 87	+102	+102	+102	+122	+122	+122	+122
	Peste 65	+115	+121	+132	+148	+133	+139	+150	+159	+165	+176	+192
	pînă la 80	+102	+102	+102	+102	+120	+120	+120	+146	+146	+146	+146
	Peste 80	+139	+146	+159	+178	+161	+168	+181	+193	+200	+213	+232
	pînă la 100	+124	+124	+124	+124	+146	+146	+146	+178	+178	+178	+178
	Peste 100	+159	+166	+179	+198	+187	+194	+207	+225	+232	+245	+264
	pînă la 120	+144	+144	+144	+144	+172	+172	+172	+210	+210	+210	+210
	Peste 120	+188	+195	+210	+233	+220	+227	+242	+266	+273	+288	+311
	pînă la 140	+170	+170	+170	+170	+202	+202	+202	+248	+248	+248	+248
	Peste 140	+208	+215	+230	+253	+246	+253	+268	+298	+305	+320	+343
	pînă la 160	+190	+190	+190	+190	+228	+228	+228	+280	+280	+280	+280
	Peste 160	+228	+235	+250	+273	+270	+277	+292	+328	+335	+350	+373
	pînă la 180	+210	+210	+210	+210	+252	+252	+252	+310	+310	+310	+310
	Peste 180	+256	+265	+282	+308	+304	+313	+330	+370	+379	+396	+422
	pînă la 200	+236	+236	+236	+236	+284	+284	+284	+350	+350	+350	+350
	Peste 200	+278	+287	+304	+330	+330	+339	+356	+405	+414	+431	+457
	pînă la 225	+258	+258	+258	+258	+310	+310	+310	+385	+385	+385	+385
	Peste 225	+304	+313	+330	+356	+360	+369	+386	+445	+454	+471	+497
	pînă la 250	+284	+284	+284	+284	+340	+340	+340	+425	+425	+425	+425
	Peste 250	+338	+347	+367	+396	+408	+417	+437	+498	+507	+527	+556
	pînă la 280	+315	+315	+315	+315	+385	+385	+385	+475	+475	+475	+475
	Peste 280	+373	+382	+402	+431	+448	+457	+477	+548	+557	+577	+606
	pînă la 315	+350	+350	+350	+350	+425	+425	+425	+525	+525	+525	+525
	Peste 315	+415	+426	+447	+479	+500	+511	+532	+615	+626	+647	+679
	pînă la 355	+390	+390	+390	+390	+475	+475	+475	+590	+590	+590	+590

Tabela 9.6 (continuare)

Poziția cîmpului de toleranță		u				v			x			
Simbolul		u5	u6	u7	u8	v5	v6	v7	x5	x6	x7	x8
Dimensiuni nominale (mm)	Peste 355	+460	+471	+492	+524	+555	+566	+587	+685	+696	+717	+749
	pînă la 400	+435	+435	+435	+435	+530	+530	+530	+660	+660	+660	+660
	Peste 400	+517	+530	+553	+587	+622	+635	+658	+767	+780	+803	+837
	pînă la 450	+490	+490	+490	+490	+595	+595	+595	+740	+740	+740	+740
	Peste 450	+567	+580	+603	+637	+687	+700	+723	+847	+860	+883	+917
	pînă la 500	+540	+540	+540	+540	+660	+600	+660	+820	+820	+820	+820

Tabela 9.6. (continuare)

Poziția cîmpului de toleranță		y		z		za		zb		zc	
Simbolul		y6	y7	z6	z7	za6	za7	zb7	zb8	zc7	zc8
Dimensiuni nominale (mm)	Pînă la 3	—	—	+ 32 + 26	+ 36 + 26	+38 +32	+42 +32	+50 +40	+54 +40	+ 70 + 60	+ 74 + 60
	Peste 3 pînă la 6	—	—	+ 43 + 35	+ 47 + 35	+50 +42	+54 +42	+62 +50	+68 +50	+ 92 + 80	+ 98 + 80
	Peste 6 pînă la 10	—	—	+ 51 + 42	+ 57 + 42	+61 +52	+67 +52	+82 +67	+89 +67	+112 + 97	+119 + 97
	Peste 10 pînă la 14	—	—	+ 61 + 50	+ 68 + 50	—	—	—	—	—	—
	Peste 14 pînă la 18	—	—	+ 71 + 60	+ 78 + 60	—	—	—	—	—	—
	Peste 18 pînă la 24	+ 76 + 63	+ 84 + 63	+ 86 + 73	+ 94 + 73	—	—	—	—	—	—
	Peste 24 pînă la 30	+ 88 + 75	+ 96 + 75	+101 + 88	+109 + 88	—	—	—	—	—	—
	Peste 30 pînă la 40	+110 + 94	+119 + 94	+128 +112	+137 +112	—	—	—	—	—	—
	Peste 40 pînă la 50	+130 +114	+139 +114	+152 +136	+161 +136	—	—	—	—	—	—
	Peste 50 pînă la 65	+ 163 + 144	+ 174 + 144	+ 191 + 172	+ 202 + 172	—	—	—	—	—	—
	Peste 65 pînă la 80	+ 193 + 174	+ 204 + 174	+ 229 + 210	+ 240 + 210	—	—	—	—	—	—
	Peste 80 pînă la 100	+ 236 + 214	+ 249 + 214	+ 280 + 258	+ 293 + 258	—	—	—	—	—	—
	Peste 100 pînă la 120	+ 276 + 254	+ 289 + 254	+ 332 + 310	+ 345 + 310	—	—	—	—	—	—
	Peste 120 pînă la 140	+ 325 + 300	+ 340 + 300	+ 390 + 365	+ 405 + 365	—	—	—	—	—	—
	Peste 140 pînă la 160	+ 365 + 340	+ 380 + 340	+ 440 + 415	+ 545 + 415	—	—	—	—	—	—
	Peste 160 pînă la 180	+ 405 + 380	+ 420 + 380	+ 490 + 465	+ 505 + 465	—	—	—	—	—	—
	Peste 180 pînă la 200	+ 454 + 425	+ 471 + 425	+ 549 + 520	+ 566 + 520	—	—	—	—	—	—
	Peste 200 pînă la 225	+ 499 + 470	+ 516 + 470	+ 604 + 575	+ 621 + 575	—	—	—	—	—	—
	Peste 225 pînă la 250	+ 549 + 520	+ 566 + 520	+ 669 + 640	+ 686 + 640	—	—	—	—	—	—
	Peste 250 pînă la 280	+ 612 + 580	+ 632 + 580	+ 742 + 710	+ 762 + 710	—	—	—	—	—	—
	Peste 280 pînă la 315	+ 682 + 650	+ 702 + 650	+ 822 + 790	+ 842 + 790	—	—	—	—	—	—
	Peste 315 pînă la 355	+ 766 + 730	+ 787 + 730	+ 936 + 900	+ 957 + 900	—	—	—	—	—	—
	Peste 355 pînă la 400	+ 856 + 820	+ 877 + 820	+1036 +1000	+1057 +1000	—	—	—	—	—	—
	Peste 400 pînă la 450	+ 960 + 920	+ 983 + 920	+1140 +1100	+1163 +1100	—	—	—	—	—	—
	Peste 450 pînă la 500	+1040 +1000	+1063 +1000	+1290 +1250	+1313 +1250	—	—	—	—	—	—

Abaterile limită corespunzătoare cîmpurilor de toleranță de uz general pentru alezaje avînd dimensiuni pînă la 500 mm, sînt redate după STAS 8103-68, în tabela 9.7.

Abaterile limită corespunzătoare cîmpurilor de toleranță pentru arbori, avînd dimensiuni pînă la 18 mm, recomandate pentru industria de mecanică fină, sînt redate după STAS 8106—68, în tabela 9.8.

Abaterile limită corespunzătoare cîmpurilor de toleranță pentru alezaje, avînd dimensiuni pînă la 18 mm, recomandate pentru industria de mecanică fină, sînt redate după STAS 8107-68, în tabela 9.9.

Abaterile limită pentru o selecție de cîmpuri de toleranță ale arborilor avînd dimensiuni peste 500 mm pînă la 3150 mm, sînt date în STAS 8109-68.

Abaterile limită pentru o selecție de cîmpuri de toleranță ale alezajelor avînd dimensiuni peste 500 mm pînă la 3150 mm, sînt date în STAS 8110-68.

Valorile jocurilor, stríngerilor și ajustajelor probabile corespunzătoare ajustajelor preferențiale pentru alezaje cu dimensiuni pînă la 500 mm, sînt date în STAS 8104-68.

Valorile jocurilor, stríngerilor și ajustajelor probabile corespunzătoare ajustajelor preferențiale pentru arbori cu dimensiuni pînă la 500 mm, sînt date în STAS 8105-68.

4. CALIBRE NETEDE PENTRU ALEZAJE ȘI ARBORI

4.1. GENERALITĂȚI

Precizia de măsurare care se obține prin instrumentele de măsurat obișnuite (de atelier) nu este suficientă față de precizia mult mai mare care se cere la instrumentele de măsurat și controlat piesele interschimbabile, lucrate într-un sistem de toleranțe și ajustaje; asemenea piese necesită o precizie de măsurare de sutimi și chiar miimi de milimetru.

Calibrele sînt instrumente de precizie cu ajutorul cărora se pot măsura cu precizie dimensiunile unei piese fabricate, calibrele fiind confecționate la măsura dorită.

Calibrele se utilizează la verificarea pieselor fabricate, în serie, care intră în compunerea construcțiilor mecanice.

Se deosebesc: *calibre fixe* pentru verificarea dimensională a arborilor și alezajelor și *calibre reglabile* pentru verificarea arborilor.

Calibrele uzuale sînt calibrele fixe: cele reglabile se folosesc de obicei în uzinele care fabrică în mod curent arbori de diametre diferite, folosirea acestor calibre fiind o soluție de economie.

Tabela 9.7. **Sistemul ISO de toleranțe și ajustaje. Cîmpuri de toleranță de uz general pentru dimensiuni pînă la 500 mm – Alezaje. Abateri limită în micrometri (µm) (STAS 8103-68)**

Poziția cîmpului de toleranță	A		B				C		
Dimensiuni nominale (mm) / Simbolul	A9	A11	B8	B9	B11	B12	C8	C9	C11
Pînă la 3	+295 +270	+330 +270	+154 +140	+165 +140	+200 +140	+240 +140	+74 +60	+85 +60	+120 +60
Peste 3 pînă la 6	+300 +270	+345 +270	+158 +140	+170 +140	+215 +140	+260 +140	+88 +70	+100 +70	+145 +70
Peste 6 pînă la 10	+316 +280	+370 +280	+172 +150	+186 +150	+240 +150	+300 +150	+102 +80	+116 +80	+170 +80
Peste 10 pînă la 18	+333 +290	+400 +290	+177 +150	+193 +150	+260 +150	+330 +150	+122 +95	+138 +95	+205 +95
Peste 18 pînă la 30	+352 +300	+430 +300	+193 +160	+212 +160	+290 +160	+370 +160	+143 +110	+162 +110	+240 +110
Peste 30 pînă la 40	+372 +310	+470 +310	+209 +170	+232 +170	+330 +170	+420 +170	+159 +120	+182 +120	+280 +120
Peste 40 pînă la 50	+382 +320	+480 +320	+219 +180	+242 +180	+340 +180	+430 +180	+169 +130	+192 +130	+290 +130
Peste 50 pînă la 65	+414 +340	+530 +340	+236 +190	+264 +190	+380 +190	+490 +190	+186 +140	+214 +140	+330 +140
Peste 65 pînă la 80	+434 +360	+550 +360	+246 +200	+274 +200	+390 +200	+500 +200	+196 +150	+224 +150	+340 +150
Peste 80 pînă la 100	+467 +380	+600 +380	+274 +220	+307 +220	+440 +220	+570 +220	+224 +170	+257 +170	+390 +170
Peste 100 pînă la 120	+497 +410	+630 +410	+294 +240	+327 +240	+460 +240	+590 +240	+234 +180	+267 +180	+400 +180
Peste 120 pînă la 140	+560 +460	+710 +460	+323 +260	+360 +260	+510 +260	+660 +260	+263 +200	+300 +200	+450 +200
Peste 140 pînă la 160	+620 +520	+770 +520	+343 +280	+380 +280	+530 +280	+680 +280	+273 +210	+310 +210	+460 +210
Peste 160 pînă la 180	+680 +580	+830 +580	+373 +310	+410 +310	+560 +310	+710 +310	+293 +230	+330 +230	+480 +230

Tabela 9.7. (continuare)

Poziția cîmpului de toleranță	A		B				C		
Simbolul	A9	**A11**	B8	B9	**B11**	B12	C8	C9	C11
Dimensiuni nominale (mm): Peste 180 pînă la 200	+775 +660	+950 +660	+412 +340	+455 +340	+630 +340	+800 +340	+312 +240	+355 +240	+530 +240
Peste 200 pînă la 225	+855 +740	+1030 +740	+452 +380	+495 +380	+670 +380	+840 +380	+332 +260	+375 +260	+550 +260
Peste 225 pînă la 250	+935 +820	+1110 +820	+492 +420	+535 +420	+710 +420	+880 +420	+352 +280	+395 +280	+570 +280
Peste 250 pînă la 280	+1050 +920	+1240 +920	+561 +480	+610 +480	+800 +480	+1000 +480	+381 +300	+430 +300	+620 +300
Peste 280 pînă la 315	+1180 +1050	+1370 +1050	+621 +540	+670 +540	+860 +540	+1060 +540	+411 +330	+460 +330	+650 +330
Peste 315 pînă la 355	+1340 +1200	+1560 +1200	+689 +600	+740 +600	+960 +600	+1170 +600	+449 +360	+500 +360	+720 +360
Peste 355 pînă la 400	+1490 +1350	+1710 +1350	+769 +680	+820 +680	+1040 +680	+1250 +680	+489 +400	+540 +400	+760 +400
Peste 400 pînă la 450	+1655 +1500	+1900 +1500	+857 +760	+915 +760	+1160 +760	+1390 +760	+537 +440	+595 +440	+840 +440
Peste 450 pînă la 500	+1805 +1650	+2050 +1650	+937 +840	+995 +840	+1240 +840	+1470 +840	+577 +480	+635 +480	+880 +480

Tabela 9.7. (continuare)

Poziția cîmpului de toleranță	D						E					
Simbolul	D6	D7	**D8**	D9	D10	**D11**	E5	E6	**E7**	E8	E9	E10
Dimensiuni nominale (mm): Pînă la 3	+26 +20	+30 +20	+34 +20	+45 +20	+60 +20	+80 +20	+18 +14	+20 +14	+24 +14	+28 +14	+39 +14	+54 +14
Peste 3 pînă la 6	+38 +30	+42 +30	+48 +30	+60 +30	+78 +30	+105 +30	+25 +20	+28 +20	+32 +20	+38 +20	+50 +20	+68 +20
Peste 6 pînă la 10	+49 +40	+55 +40	+62 +40	+76 +40	+98 +40	+130 +40	+31 +25	+34 +25	+40 +25	+47 +25	+61 +25	+83 +25
Peste 10 pînă la 18	+61 +50	+68 +50	+77 +50	+93 +50	+120 +50	+160 +50	+40 +32	+43 +32	+50 +32	+59 +32	+75 +32	+102 +32
Peste 18 pînă la 30	+78 +65	+86 +65	+98 +65	+117 +65	+149 +65	+195 +65	+49 +40	+53 +40	+61 +40	+73 +40	+92 +40	+124 +40
Peste 30 pînă la 50	+96 +80	+105 +80	+119 +80	+142 +80	+180 +80	+240 +80	+61 +50	+66 +50	+75 +50	+89 +50	+112 +50	+150 +50
Peste 50 pînă la 80	+119 +100	+130 +100	+146 +100	+174 +100	+220 +100	+290 +100	+73 +60	+79 +60	+90 +60	+106 +60	+134 +60	+180 +60
Peste 80 pînă la 120	+142 +120	+155 +120	+174 +120	+207 +120	+260 +120	+340 +120	+87 +72	+94 +72	+107 +72	+126 +72	+159 +72	+212 +72
Peste 120 pînă la 180	+170 +145	+185 +145	+208 +145	+245 +145	+305 +145	+395 +145	+103 +85	+110 +85	+125 +85	+148 +85	+185 +85	+245 +85
Peste 180 pînă la 250	+199 +170	+216 +170	+242 +170	+285 +170	+355 +170	+460 +170	+120 +100	+129 +100	+146 +100	+172 +100	+215 +100	+285 +100
Peste 250 pînă la 315	+222 +190	+242 +190	+271 +190	+320 +190	+400 +190	+510 +190	+133 +110	+142 +110	+162 +110	+191 +110	+240 +110	+320 +110
Peste 315 pînă la 400	+246 +210	+267 +210	+299 +210	+350 +210	+440 +210	+570 +210	+150 +125	+161 +125	+182 +125	+214 +125	+265 +125	+355 +125
Peste 400 pînă la 500	+270 +230	+293 +230	+327 +230	+385 +230	+480 +230	+630 +230	+162 +135	+175 +135	+198 +135	+232 +135	+290 +135	+385 +135

Tabela 9.7. (continuare)

Poziția cîmpului de toleranță	F					G			H					
Simbolul	F5	F6	**F7**	**F8**	F9	G5	G6	**G7**	H1	H2	H3	H4	H5	H6
Dimensiuni nominale (mm): Pînă la 3	+10 +6	+12 +6	+16 +6	+20 +6	+31 +6	+6 +2	+8 +2	+12 +2	+0,8 0	+1,2 0	+2 0	+3 0	+4 0	+6 0
Peste 3 pînă la 6	+15 +10	+18 +10	+22 +10	+28 +10	+40 +10	+9 +4	+12 +4	+16 +4	+1 0	+1,5 0	+2,5 0	+4 0	+5 0	+8 0
Peste 6 pînă la 10	+19 +13	+22 +13	+28 +13	+35 +13	+49 +13	+11 +5	+14 +5	+20 +5	+1 0	+1,5 0	+2,5 0	+4 0	+6 0	+9 0
Peste 10 pînă la 18	+24 +16	+27 +16	+34 +16	+43 +16	+59 +16	+14 +6	+17 +6	+24 +6	+1,2 0	+2 0	+3 0	+5 0	+8 0	+11 0
Peste 18 pînă la 30	+29 +20	+33 +20	+41 +20	+53 +20	+72 +20	+16 +7	+20 +7	+28 +7	+1,5 0	+2,5 0	+4 0	+6 0	+9 0	+13 0
Peste 30 pînă la 50	+36 +25	+41 +25	+50 +25	+64 +25	+87 +25	+20 +9	+25 +9	+34 +9	+1,5 0	+2,5 0	+4 0	+7 0	+11 0	+16 0
Peste 50 pînă la 80	+43 +30	+49 +30	+60 +30	+76 +30	+104 +30	+23 +10	+29 +10	+40 +10	+2 0	+3 0	+5 0	+8 0	+13 0	+19 0
Peste 80 pînă la 120	+51 +36	+58 +36	+71 +36	+90 +36	+123 +36	+27 +12	+34 +12	+47 +12	+2,5 0	+4 0	+6 0	+10 0	+15 0	+22 0
Peste 120 pînă la 180	+61 +43	+68 +43	+83 +43	+106 +43	+143 +43	+32 +14	+39 +14	+54 +14	+3,5 0	+5 0	+8 0	+12 0	+18 0	+25 0
Peste 180 pînă la 250	+70 +50	+79 +50	+96 +50	+122 +50	+165 +50	+35 +15	+44 +15	+61 +15	+4,5 0	+7 0	+10 0	+14 0	+20 0	+29 0
Peste 250 pînă la 315	+79 +56	+88 +56	+108 +56	+137 +56	+186 +56	+40 +17	+49 +17	+69 +17	+6 0	+8 0	+12 0	+16 0	+23 0	+32 0

Tabela 9.7. (continuare)

Poziția cîmpului de toleranță	F					G			H					
Simbolul	F5	F6	F9	F7	F8	G5	G6	G7	H1	H2	H3	H4	H5	H6
Peste 315 pînă la 400	+87 +62	+ 98 + 62	+119 + 62	+151 + 62	+202 + 62	+43 +18	+54 +18	+75 +18	+7 0	+9 0	+13 0	+18 0	+25 0	+36 0
Peste 400 pînă la 500	+95 +68	+108 + 68	+131 + 68	+165 + 68	+223 + 68	+47 +20	+60 +20	+83 +20	+8 0	+10 0	+15 0	+20 0	+27 0	+40 0

Tabela 9.7. (continuare)

Poziția cîmpului de toleranță	H										J		
Simbolul	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	J6	J7	J8
Pînă la 3	+10 0	+14 0	+ 25 0	+ 40 0	+ 60 0	+100 0	+140 0	+ 250 0	+ 400 0	+ 600 0	+ 2 − 4	+ 4 − 6	+ 6 − 8
Peste 3 pînă la 6	+12 0	+18 0	+ 30 0	+ 48 0	+ 75 0	+120 0	+180 0	+ 300 0	+ 480 0	+ 750 0	+ 5 − 3	+ 6 − 6	+10 − 8
Peste 6 pînă la 10	+15 0	+22 0	+ 36 0	+ 58 0	+ 90 0	+150 0	+220 0	+ 360 0	+ 580 0	+ 900 0	+ 5 − 4	+ 8 − 7	+12 −10
Peste 10 pînă la 18	+18 0	+27 0	+ 43 0	+ 70 0	+110 0	+180 0	+270 0	+ 430 0	+ 700 0	+1100 0	+ 6 − 5	+10 − 8	+15 −12
Peste 18 pînă la 30	+21 0	+33 0	+ 52 0	+ 84 0	+130 0	+210 0	+330 0	+ 520 0	+ 840 0	+1300 0	+ 8 − 5	+12 − 9	+20 −13
Peste 30 pînă la 50	+25 0	+39 0	+ 62 0	+100 0	+160 0	+250 0	+390 0	+ 620 0	+1000 0	+1600 0	+10 − 6	+14 −11	+24 −15
Peste 50 pînă la 80	+30 0	+46 0	+ 74 0	+120 0	+190 0	+300 0	+460 0	+ 740 0	+1200 0	+1900 0	+13 − 6	+18 −12	+28 −18
Peste 80 pînă la 120	+35 0	+54 0	+ 87 0	+140 0	+220 0	+350 0	+540 0	+ 870 0	+1400 0	+2200 0	+16 − 6	+22 −13	+34 −20
Peste 120 pînă la 180	+40 0	+63 0	+100 0	+160 0	+250 0	+400 0	+630 0	+1000 0	+1600 0	+2500 0	+18 − 7	+26 −14	+41 −22
Peste 180 pînă la 250	+46 0	+72 0	+115 0	+185 0	+290 0	+460 0	+720 0	+1150 0	+1850 0	+2900 0	+22 − 7	+30 −16	+47 −25
Peste 250 pînă la 315	+52 0	+81 0	+130 0	+210 0	+320 0	+520 0	+810 0	+1300 0	+2100 0	+3200 0	+25 − 7	+36 −16	+55 −26
Peste 315 pînă la 400	+57 0	+89 0	+140 0	+230 0	+360 0	+570 0	+890 0	+1400 0	+2300 0	+3600 0	+29 − 7	+39 −18	+60 −29
Peste 400 pînă la 500	+63 0	+97 0	+155 0	+250 0	+400 0	+630 0	+970 0	+1550 0	+2500 0	+4000 0	+33 − 7	+43 −20	+66 −31

Dimensiuni nominale (mm)

Observație. Abaterile limită corespunzătoare simbolurilor H14, H15 și H16, la dimensiunile pînă la 3 mm, sînt valabile numai pentru dimensiuni peste 1 mm.

Tabela 9.7 (continuare)

Poziția cîmpului de toleranță	J_s											
Simbolul	J_s1	J_s2	J_s3	J_s4	J_s5	J_s6	J_s7	J_s8	J_s9	J_s10	J_s11	J_s12
Pînă la 3	+0,4 −0,4	+0,6 −0,6	+1 −1	+ 1,5 − 1,5	+ 2 − 2	+ 3 − 3	+ 5 − 5	+ 7 − 7	+12,5 −12,5	+ 20 − 20	+ 30 − 30	+ 50 − 50
Peste 3 pînă la 6	+0,5 −0,5	+0,75 −0,75	+1,25 −1,25	+ 2 − 2	+ 2,5 − 2,5	+ 4 − 4	+ 6 − 6	+ 9 − 9	+15 −15	+ 24 − 24	+ 37,5 − 37,5	+ 60 − 60
Peste 6 pînă la 10	+0,5 −0,5	+0,75 −0,75	+1,25 −1,25	+ 2 − 2	+ 3 − 3	+ 4,5 − 4,5	+ 7,5 − 7,5	+11 −11	+18 −18	+ 29 − 29	+ 45 − 45	+ 75 − 75
Peste 10 pînă la 18	+0,6 −0,6	+1 −1	+1,5 −1,5	+ 2,5 − 2,5	+ 4 − 4	+ 5,5 − 5,5	+ 9 − 9	+13,5 −13,5	+21,5 −21,5	+ 35 − 35	+ 55 − 55	+ 90 − 90
Peste 18 pînă la 30	+0,75 −0,75	+1,25 −1,25	+2 −2	+ 3 − 3	+ 4,5 − 4,5	+ 6,5 − 6,5	+10,5 −10,5	+16,5 −16,5	+26 −26	+ 42 − 42	+ 65 − 65	+105 −105
Peste 30 pînă la 50	+0,75 −0,75	+1,25 −1,25	+2 −2	+ 3,5 − 3,5	+ 5,5 − 5,5	+ 8 − 8	+12,5 −12,5	+19,5 −19,5	+31 −31	+ 50 − 50	+ 80 − 80	+125 −125
Peste 50 pînă la 80	+1 −1	+1,5 −1,5	+2,5 −2,5	+ 4 − 4	+ 6,5 − 6,5	+ 9,5 − 9,5	+15 −15	+23 −23	+37 −37	+ 60 − 60	+ 95 − 95	+150 −150
Peste 80 pînă la 120	+1,25 −1,25	+2 −2	+3 −3	+ 5 − 5	+ 7,5 − 7,5	+11 −11	+17,5 −17,5	+27 −27	+43,5 −43,5	+ 70 − 70	+110 −110	+175 −175
Peste 120 pînă la 180	+1,75 −1,75	+2,5 −2,5	+4 −4	+ 6 − 6	+ 9 − 9	+12,5 −12,5	+20 −20	+31,5 −31,5	+50 −50	+ 80 − 80	+125 −125	+200 −200
Peste 180 pînă la 250	+2,25 −2,25	+3,5 −3,5	+5 −5	+ 7 − 7	+10 −10	+14,5 −14,5	+23 −23	+36 −36	+57,5 −57,5	+ 92,5 − 92,5	+145 −145	+230 −230
Peste 250 pînă la 315	+3 −3	+4 −4	+6 −6	+ 8 − 8	+11,5 −11,5	+16 −16	+26 −26	+40,5 −40,5	+65 −65	+105 −105	+160 −160	+260 −260
Peste 315 pînă la 400	+3,5 −3,5	+4,5 −4,5	+6,5 −6,5	+ 9 − 9	+12,5 −12,5	+18 −18	+28,5 −28,5	+44,5 −44,5	+70 −70	+115 −115	+180 −180	+285 −285
Peste 400 pînă la 500	+4 −4	+5 −5	+7,5 −7,5	+10 −10	+13,5 −13,5	+20 −20	+31,5 −31,5	+48,5 −48,5	+77,5 −77,5	+125 −125	+200 −200	+315 −315

Dimensiuni nominale (mm)

Tabela 9.7. (continuare)

Poziția cîmpului de toleranță	J_s				K				M			
Simbolul	J_s13	J_s14	J_s15	J_s16	K5	K6	K7	K8	M5	M6	M7	M8
Pînă la 3	+ 70 − 70	+125 −125	+ 200 − 200	+ 300 − 300	0 − 4	0 − 6	0 −10	0 −14	− 2 − 6	− 2 − 8	− 2 −12	−
Peste 3 pînă la 6	+ 90 − 90	+150 −150	+ 240 − 240	+ 375 − 375	0 − 5	+ 2 − 6	+ 3 − 9	+ 5 −13	− 3 − 8	− 1 − 9	0 −12	+ 2 −16

Tabela 9.7. (continuare)

Poziția cîmpului de toleranță	Js				K				M			
Simbolul	J_s13	J_s14	J_s15	J_s16	K5	K6	K7	K8	M5	M6	M7	M8
Peste 6 pînă la 10	+110 / −110	+180 / −180	+290 / −290	+450 / −450	+1 / −5	+2 / −7	+5 / −10	+6 / −16	−4 / −10	−3 / −12	0 / −15	+1 / −21
Peste 10 pînă la 18	+135 / −135	+215 / −215	+350 / −350	+550 / −550	+2 / −6	+2 / −9	+6 / −12	+8 / −19	−4 / −12	−4 / −15	0 / −18	+2 / −25
Peste 18 pînă la 30	+165 / −165	+260 / −260	+420 / −420	+650 / −650	+1 / −8	+2 / −11	+6 / −15	+10 / −23	−5 / −14	−4 / −17	0 / −21	+4 / −29
Peste 30 pînă la 50	+195 / −195	+310 / −310	+500 / −500	+800 / −800	+2 / −9	+3 / −13	+7 / −18	+12 / −27	−5 / −16	−4 / −20	0 / −25	+5 / −34
Peste 50 pînă la 80	+230 / −230	+370 / −370	+600 / −600	+950 / −950	+3 / −10	+4 / −15	+9 / −21	+14 / −32	−6 / −19	−5 / −24	0 / −30	+5 / −41
Peste 80 pînă la 120	+270 / −270	+435 / −435	+700 / −700	+1100 / −1100	+2 / −13	+4 / −18	+10 / −25	+16 / −38	−8 / −23	−6 / −28	0 / −35	+6 / −48
Peste 120 pînă la 180	+315 / −315	+500 / −500	+800 / −800	+1250 / −1250	+3 / −15	+4 / −21	+12 / −28	+20 / −43	−9 / −27	−8 / −33	0 / −40	+8 / −55
Peste 180 pînă la 250	+360 / −360	+575 / −575	+925 / −925	+1450 / −1450	+2 / −18	+5 / −24	+13 / −33	+22 / −50	−11 / −31	−8 / −37	0 / −46	+9 / −63
Peste 250 pînă la 315	+405 / −405	+650 / −650	+1050 / −1050	+1600 / −1600	+3 / −20	+5 / −27	+16 / −36	+25 / −56	−13 / −36	−9 / −41	0 / −52	+9 / −72
Peste 315 pînă la 400	+445 / −445	+700 / −700	+1150 / −1150	+1800 / −1800	+3 / −22	+7 / −29	+17 / −40	+28 / −61	−14 / −39	−10 / −46	0 / −57	+11 / −78
Peste 400 pînă la 500	+485 / −485	+775 / −775	+1250 / −1250	+2000 / −2000	+2 / −25	+8 / −32	+18 / −45	+29 / −68	−16 / −43	−10 / −50	0 / −63	+11 / −36

Dimensiuni nominale (mm)

Observații. 1. Abaterile limită corespunzătoare simbolurilor J_s14, J_s15 şi J_s16, la dimensiunile pînă la 3 mm, sînt valabile numai pentru dimensiuni pînă la 1 mm. 2. În locul abaterilor limită nespecificate pentru simbolul M8, la dimensiuni pînă la 3 mm, se folosesc abaterile corespunzătoare simbolului N8.

Tabela 9.7 (continuare)

Poziția cîmpului de toleranță	N							P				
Simbolul	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	P5	P6	P7	P8	P9
Pînă la 3	−4 / −8	−4 / −10	−4 / −14	−4 / −18	−4 / −29	−4 / −44	−4 / −64	−6 / −10	−6 / −12	−6 / −16	−6 / −20	−6 / −31
Peste 3 pînă la 6	−7 / −12	−5 / −13	−4 / −16	−2 / −20	0 / −30	0 / −48	0 / −75	−11 / −16	−9 / −17	−8 / −20	−12 / −30	−12 / −42
Peste 6 pînă la 10	−8 / −14	−7 / −16	−4 / −19	−3 / −25	0 / −36	0 / −58	0 / −90	−13 / −19	−12 / −21	−9 / −24	−15 / −37	−15 / −51
Peste 10 pînă la 18	−9 / −17	−9 / −20	−5 / −23	−3 / −30	0 / −43	0 / −70	0 / −110	−15 / −23	−15 / −26	−11 / −29	−18 / −45	−18 / −61
Peste 18 pînă la 30	−12 / −21	−11 / −24	−7 / −28	−3 / −36	0 / −52	0 / −84	0 / −130	−19 / −28	−18 / −31	−14 / −35	−22 / −55	−22 / −74
Peste 30 pînă la 50	−13 / −24	−12 / −28	−8 / −33	−3 / −42	0 / −62	0 / −100	0 / −160	−22 / −33	−21 / −37	−17 / −42	−26 / −65	−26 / −88
Peste 50 pînă la 80	−15 / −28	−14 / −33	−9 / −38	−4 / −50	0 / −74	0 / −120	0 / −190	−27 / −40	−26 / −45	−21 / −51	−32 / −78	−32 / −106
Peste 80 pînă la 120	−18 / −33	−16 / −38	−10 / −45	−4 / −58	0 / −87	0 / −140	0 / −220	−32 / −47	−30 / −52	−24 / −59	−37 / −91	−37 / −124
Peste 120 pînă la 180	−21 / −39	−20 / −45	−12 / −52	−4 / −67	0 / −100	0 / −160	0 / −250	−37 / −55	−36 / −61	−28 / −68	−43 / −106	−43 / −143
Peste 180 pînă la 250	−25 / −45	−22 / −51	−14 / −60	−5 / −77	0 / −115	0 / −185	0 / −290	−44 / −64	−41 / −70	−33 / −79	−50 / −122	−50 / −165
Peste 250 pînă la 315	−27 / −50	−25 / −57	−14 / −66	−5 / −86	0 / −130	0 / −210	0 / −320	−49 / −72	−47 / −79	−36 / −88	−56 / −136	−56 / −186
Peste 315 pînă la 400	−30 / −55	−26 / −62	−16 / −73	−5 / −94	0 / −140	0 / −230	0 / −360	−55 / −80	−51 / −87	−41 / −98	−62 / −151	−62 / −202
Peste 400 pînă la 500	−33 / −60	−27 / −67	−17 / −80	−6 / −103	0 / −155	0 / −250	0 / −400	−61 / −88	−55 / −95	−45 / −108	−68 / −165	−68 / −223

Dimensiuni nominale (mm)

Tabela 9.7. (continuare)

Poziția cîmpului de toleranță	R				S			T		U		
Simbolul	R5	R6	R7	R8	S5	S6	S7	T6	T7	U6	U7	U8
Pînă la 3	−10 / −14	−10 / −16	−10 / −20	−10 / −24	−14 / −18	−14 / −20	−14 / −24	—	—	−18 / −24	−18 / −28	−18 / −32
Peste 3 pînă la 6	−14 / −19	−12 / −20	−11 / −23	−15 / −33	−18 / −23	−16 / −24	−15 / −27	—	—	−20 / −28	−19 / −31	−23 / −41
Peste 6 pînă la 10	−17 / −23	−16 / −25	−13 / −28	−19 / −41	−21 / −27	−20 / −29	−17 / −32	—	—	−25 / −34	−22 / −37	−28 / −50
Peste 10 pînă la 18	−20 / −28	−20 / −31	−16 / −34	−23 / −50	−25 / −33	−25 / −36	−21 / −39	—	—	−30 / −41	−26 / −44	−33 / −60
Peste 18 pînă la 24	−25 / −34	−24 / −37	−20 / −41	−28 / −61	−32 / −41	−31 / −44	−27 / −48	—	—	−37 / −50	−33 / −54	−41 / −74
Peste 24 pînă la 30								−37 / −50	−33 / −54	−44 / −57	−40 / −61	−48 / −81

Dimensiuni nominale (mm)

Tabelul 9.7 (continuare)

Poziția cîmpului de toleranță	R				S			T		U		
Simbolul	R5	R6	R7	R8	S5	S6	S7	T6	T7	U6	U7	U8
Dimensiuni nominale (mm)												
Peste 30 pînă la 40	−30	−29	−25	−34	−39	−38	−34	−43 −59	−39 −64	−55 −71	−51 −76	−60 −99
Peste 40 pînă la 50	−41	−45	−50	−73	−50	−54	−59	−49 −65	−45 −70	−65 −81	−61 −86	−70 −109
Peste 50 pînă la 65	−36 −49	−35 −54	−30 −60	−41 −87	−48 −61	−47 −66	−42 −72	−60 −79	−55 −85	−81 −100	−76 −106	−87 −133
Peste 65 pînă la 80	−38 −51	−37 −56	−32 −62	−43 −89	−54 −67	−53 −72	−48 −78	−69 −88	−64 −94	−96 −115	−91 −121	−102 −148
Peste 80 pînă la 100	−46 −61	−44 −66	−38 −73	−51 −105	−66 −81	−64 −86	−58 −93	−84 −106	−78 −113	−117 −139	−111 −146	−124 −178
Peste 100 pînă la 120	−49 −64	−47 −69	−41 −76	−54 −108	−74 −89	−72 −94	−66 −101	−97 −119	−91 −126	−137 −159	−131 −166	−144 −198
Peste 120 pînă la 140	−57 −75	−56 −81	−48 −88	−63 −126	−86 −104	−85 −110	−77 −117	−115 −140	−107 −147	−163 −188	−155 −195	−170 −293
Peste 140 pînă la 160	−59 −77	−58 −83	−50 −90	−65 −128	−94 −112	−93 −118	−85 −125	−127 −152	−119 −159	−183 −208	−175 −215	−190 −253
Peste 160 pînă la 180	−62 −80	−61 −86	−53 −93	−68 −131	−102 −120	−101 −126	−93 −133	−139 −164	−131 −171	−203 −228	−195 −235	−210 −273
Peste 180 pînă la 200	−71 −91	−68 −97	−60 −106	−77 −149	−116 −136	−113 −142	−105 −151	−157 −186	−149 −195	−227 −256	−219 −265	−236 −308
Peste 200 pînă la 225	−74 −94	−71 −100	−63 −109	−80 −152	−124 −144	−121 −150	−113 −159	−171 −200	−163 −209	−249 −278	−241 −287	−258 −330
Peste 225 pînă la 250	−78 −98	−75 −104	−67 −113	−84 −156	−134 −154	−131 −160	−123 −169	−187 −216	−179 −225	−275 −304	−267 −313	−284 −356
Peste 250 pînă la 280	−87 −110	−85 −117	−74 −126	−94 −175	−151 −174	−149 −181	−138 −190	−209 −241	−198 −250	−306 −338	−295 −347	−315 −396
Peste 280 pînă la 315	−91 −114	−89 −121	−78 −130	−98 −179	−163 −186	−161 −193	−150 −202	−231 −263	−220 −272	−341 −373	−330 −382	−350 −431
Peste 315 pînă la 355	−104 −126	−97 −133	−87 −144	−108 −197	−183 −208	−179 −215	−169 −226	−257 −293	−247 −304	−379 −415	−369 −426	−390 −479
Peste 355 pînă la 400	−107 −132	−103 −139	−93 −150	−114 −203	−201 −226	−197 −233	−187 −244	−283 −319	−273 −330	−424 −460	−414 −471	−435 −524
Peste 400 pînă la 450	−119 −146	−113 −153	−103 −166	−126 −223	−225 −252	−219 −259	−209 −272	−317 −357	−307 −370	−477 −517	−467 −530	−490 −587
Peste 450 pînă la 500	−125 −152	−119 −159	−109 −172	−132 −229	−245 −272	−239 −279	−229 −292	−347 −387	−337 −400	−527 −567	−517 −580	−540 −637

Observație. În locul abaterilor limită nespecificate pentru simbolurile T6 și T7. la dimensiuni pînă la 24 mm, se folosesc abaterile limită corespunzătoare simbolurilor U6, respectiv U7.

Tabela 9.7 (continuare)

Poziția cîmpului de toleranță	V		X		Y	Z		ZA		ZB		ZC	
Simbolul	V6	V7	X6	X7	Y7	Z7	Z8	ZA7	ZA8	ZB8	ZB9	ZC8	ZC9
Dimensiuni nominale (mm)													
Pînă la 3	—	—	−20 −26	−20 −30	—	−26 −36	−26 −40	−32 −42	−32 −46	−40 −54	−40 −65	−60 −74	−60 −85
Peste 3 pînă la 6	—	—	−25 −33	−24 −36	—	−31 −43	−35 −53	−38 −50	−42 −60	−50 −68	−50 −80	−80 −98	−80 −110
Peste 6 pînă la 10	—	—	−31 −40	−28 −43	—	−36 −51	−42 −64	−46 −61	−52 −74	−67 −89	−67 −103	−97 −119	−97 −133
Peste 10 pînă la 14	—	—	−37 −48	−33 −51	—	−43 −61	−50 −77	—	—	—	—	—	—
Peste 14 pînă la 18	−36 −47	−32 −50	−42 −53	−38 −56	—	−53 −71	−60 −87	—	—	—	—	—	—
Peste 18 pînă la 24	−43 −56	−39 −60	−50 −63	−46 −67	−55 −76	−65 −86	−73 −106	—	—	—	—	—	—
Peste 24 pînă la 30	−51 −60	−47 −68	−60 −73	−56 −77	−67 −88	−80 −101	−88 −121	—	—	—	—	—	—
Peste 30 pînă la 40	−63 −79	−59 −84	−75 −91	−71 −96	−85 −110	−103 −128	−112 −151	—	—	—	—	—	—
Peste 40 pînă la 50	−76 −92	−72 −97	−92 −108	−88 −113	−105 −130	−127 −152	−136 −175	—	—	—	—	—	—
Peste 50 pînă la 65	−96 −115	−91 −121	−116 −135	−111 −141	−133 −163	−161 −191	−172 −218	—	—	—	—	—	—
Peste 65 pînă la 80	−114 −133	−109 −139	−140 −159	−135 −165	−163 −193	−199 −229	−210 −256	—	—	—	—	—	—
Peste 80 pînă la 100	−139 −161	−133 −168	−171 −193	−165 −200	−201 −236	−245 −280	−258 −312	—	—	—	—	—	—
Peste 100 pînă la 120	−165 −187	−159 −194	−203 −225	−197 −232	−241 −276	−297 −332	−310 −364	—	—	—	—	—	—
Peste 120 pînă la 140	−195 −220	−187 −227	−241 −266	−233 −273	−285 −325	−350 −390	−365 −428	—	—	—	—	—	—

Tabela 9.7. (continuare)

Poziţia cîmpului de toleranţă	V		X		Y	Z		ZA		ZB		ZC	
Simbolul	V6	V7	X6	X7	Y7	Z7	Z8	ZA7	ZA8	ZB8	ZB9	ZC8	ZC9
Dimensiuni nominale (mm): Peste 140 pînă la 160	−221 −246	−213 −253	−273 −298	−265 −305	− 325 − 365	− 400 − 440	− 415 − 478	—	—	—	—	—	—
Peste 160 pînă la 180	−245 −270	−237 −277	−303 −328	−295 −335	− 365 − 405	− 450 − 490	− 465 − 528	—	—	—	—	—	—
Peste 180 pînă la 200	−275 −304	−267 −313	−341 −370	−333 −379	− 408 − 454	− 503 − 549	− 520 − 592	—	—	—	—	—	—
Peste 200 pînă la 225	−301 −330	−293 −339	−376 −405	−368 −414	− 453 − 499	− 558 − 604	− 575 − 647	—	—	—	—	—	—
Peste 225 pînă la 250	−331 −360	−323 −369	−416 −445	−408 −454	− 503 − 549	− 623 − 669	− 640 − 712	—	—	—	—	—	—
Peste 250 pînă la 280	−376 −408	−365 −417	−466 −498	−455 −507	− 560 − 612	− 690 − 742	− 710 − 791	—	—	—	—	—	—
Peste 280 pînă la 315	−416 −448	−405 −457	−516 −548	−505 −557	− 630 − 682	− 770 − 822	− 790 − 871	—	—	—	—	—	—
Peste 315 pînă la 355	−464 −500	−454 −511	−579 −615	−569 −626	− 709 − 766	− 879 − 936	− 900 − 989	—	—	—	—	—	—
Peste 355 pînă la 400	−519 −555	−509 −566	−649 −685	−639 −696	− 799 − 856	− 979 −1036	−1000 −1089	—	—	—	—	—	—
Peste 400 pînă la 450	−582 −622	−572 −635	−727 −767	−717 −780	− 897 − 960	−1077 −1140	−1100 −1197	—	—	—	—	—	—
Peste 450 pînă la 500	−647 −687	−637 −700	−807 −847	−797 −860	− 977 −1040	−1227 −1290	−1250 −1347	—	—	—	—	—	—

Observaţii. În locul abaterilor limită nespecificate pentru simbolurile V6 şi V7, la dimensiuni pînă la 14 mm, se folosesc abaterile limită corespunzătoare simbolurilor X6, respectiv X7. 2. În locul abaterilor limită nespecificate pentru simbolul Y7, la dimensiuni pînă la 18 mm, se folosesc abaterile limită corespunzătoare simbolului Z7.

Tabela 9.8. **Sistemul ISO de toleranţe şi ajustaje — cîmpuri de toleranţe pentru industria de mecanică fină pentru dimensiuni pînă la 18 mm — Arbori**

Abateri limită în micrometri (μm)

(STAS 8106—68)

Poziţia cîmpului de toleranţă	a		b			c					
Simbolul	a9	a10	b8	b9	b10	c5	c6	c7	c8	c9	c10
Dimensiuni nominale (mm): Pînă la 3	−270 −295	—	−140 −154	−140 −165	—	—	—	—	− 60 − 74	− 60 − 85	− 60 −100
Peste 3 pînă la 6	−270 −300	−270 −318	−140 −158	−140 −170	−140 −188	− 70 − 75	− 70 − 78	− 70 − 82	− 70 − 88	− 70 −100	− 70 −118
Peste 6 pînă la 10	−280 −316	−280 −338	−150 −172	−150 −186	−150 −208	− 80 − 86	− 80 − 89	− 80 − 95	− 80 −102	− 80 −116	− 80 −138
Peste 10 pînă la 18	−290 −333	−290 −360	−150 −177	−150 −193	−150 −220	− 95 −103	− 95 −106	− 95 −113	− 95 −122	− 95 −138	− 95 −165

Poziţia cîmpului de toleranţă	cd						d					
Simbolul	cd5	cd6	cd7	cd8	cd9	cd10	d5	d6	d7	d8	d9	d10
Dimensiuni nominale (mm): Pînă la 3	—	—	−34 −44	−34 −48	−34 −59	−34 −74	—	−20 −26	−20 −30	−20 −34	−20 −45	−20 −60
Peste 3 pînă la 6	−46 −51	−46 −54	−46 −58	−46 −64	−46 −76	—	−30 −35	−30 −38	−30 −42	−30 −48	−30 −60	−30 −78
Peste 6 pînă la 10	−56 −62	−56 −65	−56 −71	−56 −78	−56 −92	—	−40 −46	−40 −49	−40 −55	−40 −62	−40 −76	−40 −98
Peste 10 pînă la 18	—	—	—	—	—	—	−50 −58	−50 −61	−50 −68	−50 −77	−50 −93	−50 −120

Poziţia cîmpului de toleranţă	e					ef						
Simbolul	e5	e6	e7	e8	e9	ef3	ef4	ef5	ef6	ef7	ef8	ef9
Dimensiuni nominale (mm): Pînă la 3	−14 −18	−14 −20	−14 −24	−14 −28	−14 −39	−10 −12	−10 −13	−10 −14	−10 −16	−10 −20	−10 −24	−10 −35
Pesre 3 pînă la 6	−20 −25	−20 −28	−20 −32	−20 −38	−20 −50	—	—	−14 −19	−14 −22	−14 −26	−14 −32	−14 −44
Peste 6 pînă la 10	−25 −31	−25 −34	−25 −40	−25 −47	−25 −61	—	—	−18 −24	−18 −27	−18 −33	−18 −40	−18 −54
Peste 10 pînă la 18	−32 −40	−32 −43	−32 −50	−32 −59	−32 −75	—	—	—	—	—	—	—

Poziţia cîmpului de toleranţă	f						fg					
Simbolul	f3	f4	f5	f6	f7	f8	fg3	fg4	fg5	fg6	fg7	fg8
Dimensiuni nominale (mm): Pînă la 3	−6 −8	− 6 − 9	− 6 −10	− 6 −12	− 6 −16	− 6 −20	−4 −6	− 4 − 7	− 4 − 8	− 4 −10	− 4 −14	—
Peste 3 pînă la 6	—	−10 −14	−10 −15	−10 −18	−10 −22	−10 −28	—	− 6 −10	− 6 −11	− 6 −14	− 6 −18	− 6 −24
Peste 6 pînă la 10	—	−13 −17	−13 −19	−13 −22	−13 −28	−13 −35	—	− 8 −12	− 8 −14	− 8 −17	− 8 −23	− 8 −30
Peste 10 pînă la 18	—	−16 −21	−16 −24	−16 −27	−16 −34	−16 −43	—	—	—	—	—	—

Tabela 9.8 (continuare)

Poziţia cîmpului de toleranţă	g				h							
Simbolul	g3	g4	g5	g6	h3	h4	h5	h6	h7	h8	h9	h10
Dimensiuni nominale (mm): Pînă la 3	−2 −4	−2 −5	−2 −6	−2 −8	0 −2	0 −3	0 −4	0 −6	0 −10	0 −14	0 −25	0 −40
Peste 3 pînă la 6	—	−4 −8	−4 −9	−4 −12	0 −2,5	0 −4	0 −5	0 −8	0 −12	0 −18	0 −30	0 −48
Peste 6 pînă la 10	—	−5 −9	−5 −11	−5 −14	0 −2,5	0 −4	0 −6	0 −9	0 −15	0 −22	0 −36	0 −58
Peste 10 pînă la 18	—	−6 −11	−6 −14	−6 −17	0 −3	0 −5	0 −8	0 −11	0 −18	0 −27	0 −43	0 −70

Poziţia cîmpului de toleranţă	j				j_s									
Simbolul	j5	j6	j7	j8	j_s1	j_s2	j_s3	j_s4	j_s5	j_s6	j_s7	j_s8	j_s9	j_s10
Dimensiuni nominale (mm): Pînă la 3	—	+4 −2	+6 −4	+8 −6	+0,4 −0,4	+0,6 −0,6	+1 −1	+1,5 −1,5	+2 −2	+3 −3	+5 −5	+7 −7	+12,5 −12,5	+20 −20
Peste 3 pînă la 6	+3 −2	+6 −2	+8 −4	—	+0,5 −0,5	+0,75 −0,75	+1,25 −1,25	+2 −2	+2,5 −2,5	+4 −4	+6 −6	+9 −9	+15 −15	+24 −24
Peste 6 pînă la 10	+4 −2	+7 −2	+10 −5	—	+0,5 −0,5	+0,75 −0,75	+1,25 −1,25	+2 −2	+3 −3	+4,5 −4,5	+7,5 −7,5	+11 −11	+18 −18	+29 −29
Peste 10 pînă la 18	+5 −3	+8 −3	+12 −6	—	+0,6 −0,6	+1 −1	+1,5 −1,5	+2,5 −2,5	+4 −4	+5,5 −5,5	+9 −9	+13,5 −13,5	+21,5 −21,5	+35 −35

Poziţia cîmpului de toleranţă	k							
Simbolul	k3	k4	k5	k6	k7	k8	k9	k10
Dimensiuni nominale (mm): Pînă la 3	+2 0	+3 0	+4 0	+6 0	+10 0	+14 0	+25 0	+40 0
Peste 3 pînă la 6	+2,5 +1	+5 +1	+6 +1	+9 +1	+13 +1	+18 0	+30 0	+48 0
Peste 6 pînă la 10	+2,5 +1	+5 +1	+7 +1	+10 +1	+16 +1	+22 0	+36 0	+58 0
Peste 10 pînă la 18	+3 +1	+6 +1	+9 +1	+12 +1	+19 +1	+27 0	+43 0	+70 0

Poziţia cîmpului de toleranţă	m					n				
Simbolul	m3	m4	m5	m6	m7	n3	n4	n5	n6	n7
Dimensiuni nominale (mm): Pînă la 3	+4 +2	+5 +2	—	—	—	+6 +4	+7 +4	+8 +4	+10 +4	—
Peste 3 pînă la 6	+6,5 +4	+8 +4	+9 +4	+12 +4	+16 +4	—	+12 +8	+13 +8	+16 +8	+20 +8
Peste 6 pînă la 10	—	+10 +6	+12 +6	+15 +6	+21 +6	—	+14 +10	+16 +10	+19 +10	+25 +10
Peste 10 pînă la 18	—	+12 +7	+15 +7	+18 +7	+25 +7	—	+17 +12	+20 +12	+23 +12	+30 +12

Tabela 9.8 (continuare)

Poziţia cîmpului de toleranţă	p							r						
Simbolul	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9	r3	r4	r5	r6	r7	r8	r9
Dimensiuni nominale (mm): Pînă la 3	+8 +6	+9 +6	+10 +6	+12 +6	+16 +6	—	—	+12 +10	+13 +10	+14 +10	+16 +10	+20 +10	+24 +10	—
Peste 3 pînă la 6	—	+16 +12	+17 +12	+20 +12	+24 +12	+30 +12	+42 +12	—	+19 +15	+20 +15	+23 +15	+27 +15	+33 +15	+45 +15
Peste 6 pînă la 10	—	+19 +15	+21 +15	+24 +15	+30 +15	+37 +15	+51 +15	—	+23 +19	+25 +19	+28 +19	+34 +19	+41 +19	+55 +19
Peste 10 pînă la 18	—	+23 +18	+26 +18	+29 +18	+36 +18	+45 +18	+61 +18	—	+28 +23	+31 +23	+34 +23	+41 +23	+50 +23	+66 +23

Poziţia cîmpului de toleranţă	s							u					
Simbolul	s4	s5	s6	s7	s8	s9	s10	u5	u6	u7	u8	u9	u10
Dimensiuni nominale (mm): Pînă la 3	—	+18 +14	+20 +14	+24 +14	+28 +14	+39 +14	—	+22 +18	+24 +18	+28 +18	—	—	—
Peste 3 pînă la 6	+23 +19	+24 +19	+27 +19	+31 +19	+37 +19	+49 +19	+67 +19	+28 +23	+31 +23	+35 +23	+41 +23	+53 +23	+71 +23
Peste 6 pînă la 10	+27 +23	+29 +23	+32 +23	+38 +23	+45 +23	+59 +23	+81 +23	+34 +28	+37 +28	+43 +28	+50 +28	+64 +28	+86 +28
Peste 10 pînă la 18	+33 +28	+36 +28	+39 +28	+46 +28	+55 +28	+71 +28	+98 +28	+41 +33	+44 +33	+51 +33	+60 +33	+76 +33	+103 +33

Poziţia cîmpului de toleranţă	v				x						z				
Simbolul	v5	v6	v7	v8	x5	x6	x7	x8	x9	x10	z6	z7	z8	z9	z10
Dimensiuni nominale (mm): Pînă la 3	—	—	—	—	—	+26 +20	+30 +20	+34 +20	+45 +20	—	—	+36 +26	+40 +26	+51 +26	—
Peste 3 pînă la 6	—	—	—	—	+33 +28	+36 +28	+40 +28	+46 +28	+58 +28	+76 +28	+43 +35	+47 +35	+53 +35	+65 +35	+83 +35
Peste 6 pînă la 10	—	—	—	—	+40 +34	+43 +34	+49 +34	+56 +34	+70 +34	+92 +34	+51 +42	+57 +42	+64 +42	+78 +42	+100 +42
Peste 10 pînă la 14	—	—	—	—	+48 +40	+51 +40	+58 +40	+67 +40	+83 +40	+110 +40	+61 +50	+68 +50	+77 +50	+93 +50	+120 +50
Peste 14 pînă la 18	+47 +39	+50 +39	+57 +38	+66 +39	+53 +45	+56 +45	+63 +45	+72 +45	+88 +45	+115 +45	+71 +60	+78 +60	+87 +60	+103 +60	+130 +60

Poziţia cîmpului de toleranţă	za					zb				zc			
Simbolul	za6	za7	za8	za9	za10	zb7	zb8	zb9	zb10	zc7	zc8	zc9	zc10
Dimensiuni nominale (mm): Pînă la 3	—	+42 +32	+46 +32	+57 +32	—	+50 +40	+54 +40	+65 +40	—	+70 +60	+74 +60	+85 +60	—
Peste 3 pînă la 6	+50 +42	+54 +42	+60 +42	+72 +42	+90 +42	+62 +50	+68 +50	+80 +50	+98 +50	+92 +80	+98 +80	+110 +80	+128 +80
Peste 6 pînă la 10	+61 +52	+67 +52	+71 +52	+88 +52	+110 +52	+82 +67	+89 +67	+103 +67	+125 +67	+112 +97	+119 +97	+133 +97	+155 +97
Peste 10 pînă la 14	+75 +64	+82 +64	+91 +64	+107 +64	+134 +64	+108 +90	+117 +90	+133 +90	+160 +90	—	+157 +130	+173 +130	+200 +130
Peste 14 pînă la 18	+88 +77	+95 +77	+104 +77	+120 +77	+147 +77	+126 +108	+135 +108	+151 +108	+178 +108	—	+177 +150	+193 +150	+220 +150

Tabela 9.9. **Sistemul ISO de toleranțe și ajustaje — Cîmpuri de toleranțe pentru industria de mecanică fină, pentru dimensiuni pînă la 18 mm — Alezaje.** Abateri limită în micrometri (μm) (STAS 8107—68)

Poziția cîmpului de toleranță	A		B			C			CD				
Simbolul	A9	A10	B8	B9	B10	C8	C9	C10	CD6	CD7	CD8	CD9	CD10
Dimensiuni nominale (mm): Pînă la 3	+295 +270	—	+154 +140	+165 +140	—	+ 74 + 60	+ 85 + 60	+100 + 60	—	+44 +34	+48 +34	+59 +34	+ 74 + 34
Peste 3 pînă la 6	+300 +270	+318 +270	+158 +140	+170 +140	+188 +140	+ 88 + 70	+100 + 70	+118 + 70	+54 +46	+58 +46	+64 +46	+76 +46	+ 94 + 46
Peste 6 pînă la 10	+316 +280	+338 +280	+172 +150	+186 +150	+208 +150	+102 + 80	+116 + 80	+138 + 80	+65 +56	+71 +56	+78 +56	+92 +56	+114 + 56
Peste 10 pînă la 18	+333 +290	+360 +290	+177 +150	+193 +150	+220 +150	+122 + 95	+138 + 95	+165 + 95	—	—	—	—	—

Poziția cîmpului de toleranță	D					E						EF					
Simbolul	D6	D7	D8	D9	D10	E5	E6	E7	E8	E9	E10	EF3	EF5	EF6	EF7	EF8	EF9
Dimensiuni nominale (mm): Pînă la 3	+26 +20	+30 +20	+34 +20	+45 +20	+ 60 + 20	+18 +14	+20 +14	+24 +14	+28 +14	+39 +14	+54 +14	+12 +10	+14 +10	+16 +10	+20 +10	+24 +10	+35 +10
Peste 3 pînă la 6	+38 +30	+42 +30	+48 +30	+60 +30	+ 78 + 30	+25 +20	+28 +20	+32 +20	+38 +20	+50 +20	+68 +20	—	+19 +14	+22 +14	+26 +14	+32 +14	+44 +14
Peste 6 pînă la 10	+49 +40	+55 +40	+62 +40	+76 +40	+ 98 + 40	+31 +25	+34 +25	+40 +25	+47 +25	+61 +25	—	—	+24 +18	+27 +18	+33 +18	+40 +18	+54 +18
Peste 10 pînă la 18	+61 +50	+68 +50	+77 +50	+93 +50	+120 + 50	+40 +32	+43 +32	+50 +32	+59 +32	+75 +32	—	—	—	—	—	—	—

Poziția cîmpului de toleranță	F							FG				
Simbolul	F3	F5	F6	F7	F8	F9	F10	FG3	FG4	FG5	FG6	FG7
Dimensiuni nominale (mm): Pînă la 3	+8 +6	+10 + 6	+12 + 6	+16 + 6	+20 + 6	+31 + 6	—	+ 6 + 4	+ 8 + 4	+10 + 4	+14 + 4	—
Peste 3 pînă la 6	—	+15 +10	+18 +10	+22 +10	+28 +10	+40 +10	+58 +10	—	+11 + 6	+14 + 6	+18 + 6	+24 + 6
Peste 6 pînă la 10	—	+19 +13	+22 +13	+28 +13	+35 +13	+19 +13	+71 +13	—	+14 + 8	+17 + 8	+23 + 8	+30 + 8
Peste 10 pînă la 18	—	+24 +16	+27 +16	+34 +16	+43 +16	+59 +16	+86 +16	—	—	—	—	—

Tabela 9.9 (continuare)

Poziția cîmpului de toleranță	G				H										J		
Simbolul	G3	G5	G6	G7	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	J6	J7	J8
Dimensiuni nominale (mm): Pînă la 3	+4 +2	+ 6 + 2	+ 8 + 2	+12 + 2	—	—	+2 0	—	+4 0	+ 6 0	+10 0	+14 0	+25 0	+40 0	+2 −4	+ 4 − 6	+ 6 − 8
Peste 3 pînă la 6	—	+ 9 + 4	+12 + 4	+16 + 4	+1 0	+1,5 0	+2,5 0	+4 0	+5 0	+ 8 0	+12 0	+18 0	+30 0	+48 0	+5 −3	—	+10 − 8
Peste 6 pînă la 10	—	+11 + 5	+14 + 5	+20 + 5	+1 0	+1,5 0	+2,5 0	+4 0	+6 0	+ 9 0	+15 0	+22 0	+36 0	+58 0	+5 −4	+ 8 − 7	+12 −10
Peste 10 pînă la 18	—	+14 + 6	+17 + 6	+24 + 6	+1,2 0	+2 0	+3 0	+5 0	+8 0	+11 0	+18 0	+27 0	+43 0	+70 0	+6 −5	+10 − 8	+15 −12

Poziția cîmpului de toleranță	J_s										K		
Simbolul	J_s1	J_s2	J_s3	J_s4	J_s5	J_s6	J_s7	J_s8	J_s9	J_s10	K3	K5	K6
Dimensiuni nominale (mm): Pînă la 3	—	—	—	—	+2 −2	—	—	—	+12,5 −12,5	+20 −20	0 −2	0 −4	0 −6
Peste 3 pînă la 6	+0,5 −0,5	+0,75 −0,75	+1,25 −1,25	+2 −2	+2,5 −2,5	+4 −4	+6 −6	+ 9 − 9	+15 −15	+24 −24	—	0 −5	+2 −6
Peste 6 pînă la 10	+0,5 −0,5	+0,75 −0,75	+1,25 −1,25	+2 −2	+3 −3	+4,5 −4,5	+7,5 −7,5	+11 −11	+18 −18	+29 −29	—	+1 −5	+2 −7
Peste 10 pînă la 18	+0,6 −0,6	+1 −1	+1,5 −1,5	+2,5 −2,5	+4 −4	+5,5 −5,5	+9 −9	+13,5 −13,5	+21,5 −21,5	+35 −35	—	+2 −6	+2 −9

Poziția cîmpului de toleranță	K				M					N						
Simbolul	K7	K8	K9	K10	M3	M5	M6	M7	M8	N3	N5	N6	N7	N8	N9	N10
Dimensiuni nominale (mm): Pînă la 3	0 −10	0 −14	0 −25	− 0 −40	−2 −4	—	—	—	—	−4 −6	− 4 − 8	− 4 −10	—	—	—	—
Peste 3 pînă la 6	+ 3 − 9	+ 5 −13	—	—	—	− 3 − 8	− 1 − 9	0 −12	+ 2 −16	—	− 7 −12	− 5 −13	−4 −16	− 2 −20	0 −30	0 −48
Peste 6 pînă la 10	+ 5 −10	+ 6 −16	—	—	—	− 4 −10	− 3 −12	0 −15	+ 1 −21	—	− 8 −14	− 7 −16	−4 −19	− 3 −25	0 −36	0 −58
Peste 10 pînă la 18	+ 6 −12	+ 8 −19	—	—	—	− 4 −12	− 4 −15	0 −18	+ 2 −25	—	− 9 −17	− 9 −20	−5 −23	− 3 −30	0 −43	0 −70

Tabela 9.9 (continuare)

Poziția cîmpului de toleranță		P						R					
Simbolul		P3	P5	P6	P7	P8	P9	R3	R5	R6	R7	R8	R9
Dimensiuni nominale (mm)	Pînă la 3	−6 −8	−6 −10	−6 −12	−6 −16	—	—	−10 −12	−10 −14	−10 −16	−10 −20	−10 −24	—
	Peste 3 pînă la 6	—	−11 −16	−9 −17	−8 −20	−12 −30	−12 −42	—	−14 −19	−12 −20	−11 −23	−15 −33	−15 −45
	Peste 6 pînă la 10	—	−13 −19	−12 −21	−9 −24	−15 −37	−15 −51	—	−17 −23	−16 −25	−13 −28	−19 −41	−19 −55
	Peste 10 pînă la 18	—	−15 −23	−15 −26	−11 −29	−18 −45	−18 −61	—	−20 −28	−20 −31	−16 −34	−23 −50	−23 −66

Poziția cîmpului de toleranță		S						U				
Simbolul		S5	S6	S7	S8	S9	S10	U6	U7	U8	U9	U10
Dimensiuni nominale (mm)	Pînă la 3	−14 −18	−14 −20	−14 −24	−14 −28	−14 −39	—	−18 −24	−18 −28	— —	— —	— —
	Peste 3 pînă la 6	—	−16 −24	−15 −27	−19 −37	−19 −49	−19 −67	−20 −28	−19 −31	−23 −41	−23 −53	−23 −71
	Peste 6 pînă la 10	—	−20 −29	−17 −32	−23 −45	−23 −59	−23 −81	−25 −34	−22 −37	−28 −50	−28 −64	−28 −86
	Peste 10 pînă la 18	—	−25 −36	−21 −39	−28 −55	−28 −71	−28 −98	−30 −41	−26 −44	−33 −60	−33 −76	−33 −103

Poziția cîmpului de toleranță		V			X					Z			
Simbolul		V6	V7	V8	X6	X7	X8	X9	X10	Z7	Z8	Z9	Z10
Dimensiuni nominale (mm)	Pînă la 3	—	—	—	−20 −26	−20 −30	−20 −34	−20 −45	—	−26 −36	−26 −40	−26 −51	—
	Peste 3 pînă la 6	—	—	—	−25 −33	−24 −36	−28 −46	−28 −58	−28 −76	−31 −43	−35 −53	−35 −65	−35 −83
	Peste 6 pînă la 10	—	—	—	−31 −40	−28 −43	−34 −56	−34 −70	−34 −92	−36 −51	−42 −64	−42 −78	−42 −100
	Peste 10 pînă la 14	—	—	—	−37 −48	−33 −51	−40 −67	−40 −83	−40 −110	−43 −61	−50 −77	−50 −93	−50 −120
	Peste 14 pînă la 18	−36 −47	−32 −50	−39 −66	−42 −53	−38 −56	−45 −72	−45 −88	−45 −115	−53 −71	−60 −87	−60 −103	−60 −130

Tabela 9.9 (continuare)

Poziția cîmpului de toleranță		ZA				ZB				ZC			
Simbolul		ZA7	ZA8	ZA9	ZA10	ZB7	ZB8	ZB9	ZB10	ZC7	ZC8	ZC9	Z10
Dimensiuni nominale (mm)	Pînă la 3	−32 −42	−32 −46	−32 −57	—	−40 −50	−40 −54	−40 −65	—	−60 −70	−60 −74	−60 −86	—
	Peste 3 pînă la 6	−38 −50	−42 −60	−42 −72	−42 −90	−46 −58	−50 −68	−50 −80	−50 −98	−76 −88	−80 −98	−80 −110	−80 −128
	Peste 6 pînă la 10	−46 −61	−52 −74	−52 −88	−52 −110	−61 −76	−67 −89	−67 −103	−67 −125	−91 −106	−97 −119	−97 −133	−97 −155
	Peste 10 pînă la 14	−57 −75	−64 −91	−64 −107	−64 −134	—	−90 −117	−90 −133	−90 −160	—	−130 −157	−130 −173	−130 −200
	Peste 14 pînă la 18	−70 −88	−77 −104	−77 −120	−77 −147	—	−108 −135	−108 −151	−108 −178	—	−150 −177	−150 −193	−150 −220

În comparație cu celelalte instrumente de măsurat, calibrele fixe prezintă avantajul simplității, preciziei, unei mari ușurințe de mînuire și în special avantajul de a înlătura atît erorile de citire subiective cît și cele provenite dintr-o prea mare complicație a gradațiilor. Înainte de a se trece la fabricația în serie, se procedează la construirea calibrelor necesare pentru măsurarea și controlul fiecărei serii de piese în parte.

Arborii și, în general, grosimile se măsoară de obicei cu *calibre potcoavă* (sau calibre furcă), iar alezajele cu *calibre tampon*.

Calibrele tampon și calibrele potcoavă pot fi simple cînd au cîte un singur tampon sau potcoavă și duble cînd au cîte două tampoane, respectiv două potcoave.

4.2. CALIBRE LIMITATIVE

Calibrele (tampon, potcoavă etc.) se numesc *limitative* dacă au două părți pentru măsurat: una care *trece* și alta care *nu trece*; prima corespunde dimensiunii limită maximă pentru arbori și minimă pentru alezaje, iar a doua dimensiunii limită minimă pentru arbori și maximă pentru alezaje.

La folosirea calibrelor limitative pentru verificarea dimensiunilor, partea *trece* (T) trebuie să treacă liber sub acțiunea cel mult a greutății proprii a calibrului, iar partea *nu trece* (NT) nu trebuie să treacă și în caz extrem poate numai să apuce.

În tot timpul verificării, trebuie ca suprafețele de verificare ale calibrului să fie curate, iar piesa de verificare și calibrul să aibă temperatura mediului ambiant (de circa 20°C).

Calibrele limitative mai des folosite sînt calibrele tampon și potcoavă.

Calibrele tampon limitative se folosesc la măsurarea alezajelor, care se compară cu cele două dimensiuni limită, maximă și minimă, ale calibrelor tampon simple sau duble.

La *calibrele tampon limitative duble* tamponul cu dimensiunea limită maximă (NT) se deosebește ușor de celălalt tampon (T) prin înălțimea mai mică a corpului său cilindric, care se construiește intenționat astfel, deoarece el pătrunde numai rareori în întregime într-un alezaj și din această cauză se uzează mult mai puțin decît tamponul corespunzător dimensiunii limită minimă (T).

Calibrele potcoavă limitative, de obicei în formă de potcoavă dublă, se folosesc la măsurarea arborilor, care se compară cu cele două dimensiuni limită, maximă și minimă, ale calibrelor potcoavă simple sau duble.

4.3. CALIBRE DE FABRICAȚIE, RECEPȚIE ȘI CONTRACALIBRE

4.3.1. **Clasificare.** Din punct de vedere al destinației, calibrele se împart în : calibre de fabricație (exploatare), calibre de recepție și contracalibre.

a. **Calibrele de faricație** se folosesc la verificarea dimensiunilor pieselor la o fabricație în serie. Acestea se clasifică la rîndul lor în :

— *calibre de lucru*, folosite de muncitori pentru verificarea dimensiunilor pieselor în timpul procesului de fabricație ; acestea sînt calibre de fabricație, noi.

— *calibre de revizie*, folosite de organele de control pentru verificarea dimensională a pieselor executate de muncitori ; pentru acest control al dimensiunilor nu trebuie să se utilizeze calibre de lucru noi, ci din cele parțial uzate. Cînd uzura acestor calibre depășește limita stabilită prin STAS, trebuie să fie scoase din folosință.

b. **Calibrele de recepție** sînt folosite de către consumator la controlul dimensiunilor pieselor. Numai în cazuri excepționale acestea pot fi utilizate de către secțiile de control ale fabricației, la recepția pieselor. Calibrele de recepție sînt calibre de lucru uzate, după ce, la nevoie, s-a corectat suprafața de verificare a părții *trece* a acestor calibre. Fabricarea în mod special a calibrelor de recepție se face numai excepțional.

c. **Contracalibrele** se folosesc fie la controlul toleranțelor de fabricație, fie la controlul periodic al uzurii calibrelor de lucru și calibrelor de recepție. În mod obișnuit, calibrele de lucru se controlează prin verificare cu aparate de măsurat sau cale plan-paralele (STAS 2517-66).

Contracalibrele care sînt construite special pentru acest scop pot fi utilizate la verificarea calibrelor de fabricație, în următoarele cazuri :

— la controlul dimensiunilor calibrelor de lucru (potcoave) destinate arborilor de diametru mic, la care verificarea cu aparate de măsurat prezintă dificultăți ;

— la controlul dimensiunilor calibrelor de lucru (potcoave) pentru arbori de diferite diametre, cînd capacitatea aparatelor de măsurat este insuficientă.

Contracalibrele se consideră că trec numai sub acțiunea propriei lor greutăți (nu mai puțin de 100 g), fiind ușor unse. Contracalibrele (CU—T[1]) nu trebuie „să treacă" ; dacă ele intră în potcoavă, calibrul verificat se consideră uzat. Contracalibrele pentru partea „nu trece" sînt totdeauna „trece" ; contracalibrele pentru calibrele „trece", pentru toleranțele de fabricație și recepție, sînt „nu trece". Contracalibrele pentru verificarea uzurii la partea „trece" sînt „nu trece".

Nu se construiesc contracalibre pentru calibrele de lucru și de recepție ale alezajelor.

4.3.2. **Cîmpuri de toleranță.** O schemă a pozițiilor cîmpurilor de toleranță pentru calibrele de fabricație și de recepție și pentru contracalibre, în raport cu toleranța alezajului, respectiv a arborelui, este indicată în fig. 9.19.

Semnificația cîmpurilor de toleranță în această figură este următoarea :

1 — cîmp de toleranță de fabricație pentru calibre de lucru, partea *trece* sau calibre de lucru *trece* ;

2 — cîmp de toleranță de uzură pentru calibre de lucru *trece* ;

3 — cîmp de toleranță de uzură pentru calibre de lucru *nu trece* ;

4 — cîmp de toleranță pentru calibre de recepție *trece* ;

5 — cîmp de toleranță pentru calibre de recepție *nu trece* ;

6 — cîmp de toleranță la contracalibre pentru toleranțele de fabricație ale calibrelor de lucru *trece* ;

7 — cîmp de toleranță la contracalibre pentru controlul uzurii calibrelor de lucru *trece* ;

8 — cîmp de toleranță la contracalibre pentru calibrele de lucru și de recepție *nu trece*.

Dimensiunea γ de pe schemă indică jocul între potcoavă, partea *trece* și contracalibru, la dimesniunea minimă a acestuia.

4.3.3. **Simboluri pentru calibre.** Pentru calibrele de lucru și de recepție și pentru contracalibre s-au fixat următoarele simboluri (v. fig. 9.19) :

T — calibre de lucru, partea *trece* sau calibre de lucru *trece* ;

NT — calibre de lucru, partea *nu trece* sau calibre de lucru *nu trece* ;

R-T — calibre de recepție, partea *trece* sau calibre de recepție *trece* ;

[1] V. § 4.3.3.

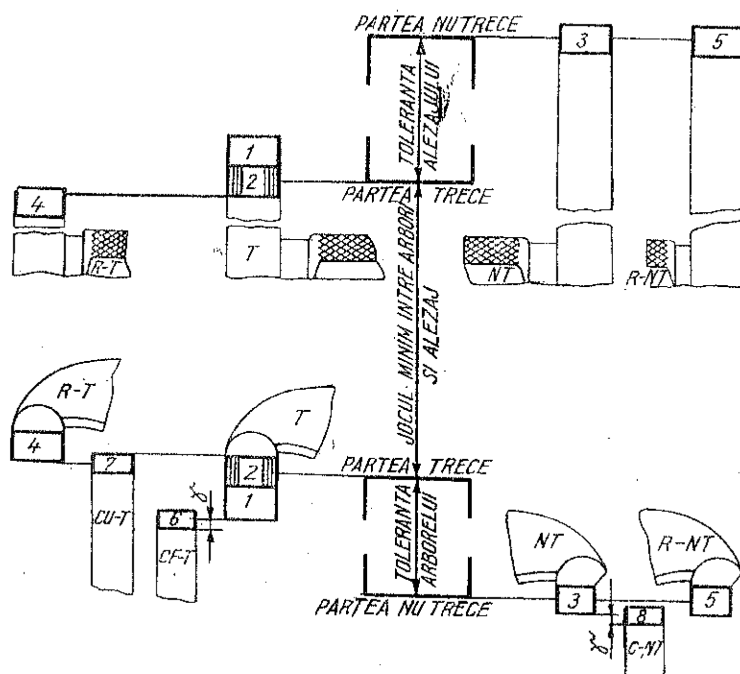


Fig. 9.19.

R-NT — calibre de recepție, partea *nu trece* sau calibre de recepție *nu trece*;

CF-T — contracalibre pentru toleranțe de fabricație ale părții *trece* a calibrelor de lucru;

CU-T — contracalibre pentru controlul uzurii la partea *trece* a calibrelor de lucru;

C-NT — contracalibre pentru partea *nu trece* a calibrelor de lucru și de recepție;

CR-T — contracalibre pentru verificarea calibrelor de recepție, partea *trece*, pentru clasele de precizie 6, 7 și mai grosolane.

Contracalibrele CR-T figurează numai în schemele claselor de precizie 6—10; ele mai sînt utilizate și în locul contracalibrelor CU-T pentru controlul uzurii calibrelor de lucru *trece*.

4.4 CALIBRE LIMITATIVE NETEDE PENTRU ALEZAJE ȘI ARBORI

Calibrele limitative netede pentru alezaje și arbori se clasifică după STAS 2980/1-70 în :

— calibre netede, fixe, pentru alezaje ;
— calibre netede, fixe, pentru arbori ;
— calibre netede, reglabile, pentru arbori ;
— contracalibre.

4.4.1. **Calibre limitative netede fixe.** a. **Clasificare, forme și dimensiuni.** Calibrele limitative, netede, fixe se clasifică în : calibre netede, fixe, pentru alezaje; calibre netede, fixe, pentru arbori; contracalibre.

Din prima grupă fac parte :

— calibrele tampon, obișnuite ;
— calibrele tampon, cu șurub de fixare ;
— calibrele tampon plat ;
— calibrele tampon incomplet ;
— calibrele vergea cu capete sferice

Din a doua grupă fac parte :

— calibre plate ;
— calibrele matrițate (turnate).

Din a treia grupă fac parte :

— contracalibrele tampon ;
— contracalibrele tampon disc ;
— contracalibrele tampon incomplet.

La rîndul lor fiecare dintre aceste calibre comportă anumite forme și dimensiuni standardizate, după cum este arătat în tabelele 9.12, 9.13 și 9.14.

b. **Toleranțe și abateri limită.** Toleranțele de fabricație și de uzură pentru dimensiunile părților măsurate ale calibrelor de lucru sînt indicate pentru cele 10 clase de precizie în standarde.

Abaterile limită, la dimensiunile pentru care acestea nu au fost prevăzute pe desen, se stabilesc conform indicațiilor date în STAS 2300-75.

c. **Materiale și tehnologie.** Confecționarea calibrelor limitative netede fixe impune folosirea anumitor materiale și, de asemenea, a unei tehnologii speciale; unele indicații asupra acestora sînt date în STAS 3938-76.

În ce privește execuția calibrelor, este necesar să se țină seama de următoarele observații :

Semifabricatele calibrelor forjate sau matrițate trebuie detensionate.

Tabela 9.12. **Calibre netede, fixe, pentru alezaje**

Denumire	Limite de măsurare, mm	Figura	Dimensiuni după STAS
1. Calibre tampon obișnuite			
a) Cu coadă conică	1— 30		2981/1—74
b) Cu șurub de fixare	30— 100		2981/2—75
2. Calibre tampon plate			
a) Duble *trece* și *nu trece*	18— 100		2991—68
b) Simple *trece* și *nu trece*	50— 310		
3. Calibre tampon			
a) Cu mîner, *trece*	50— 150		4350—77
b) Cu mîner, *nu trece*	50— 150		
c) Cu plăci protectoare, *trece*	150— 360		
d) Cu plăci protectoare, *nu trece*	150— 360		
4. Calibre vergea cu capete sferice			3634—53
a) *trece*	260—1000		
b) *nu trece*	80—1000		

Tabela 9.13. **Calibre netede, fixe pentru arbori**

Denumire	Limite de măsurare, mm	Figura	Dimensiuni după STAS
1. Calibre plate			2991—68
a) Furcă asamblate *trece* și *nu trece*	1—3		
b) Potcoavă *trece* și *nu trece*	3—180		
2. Calibre matrițate (turnate)			3507—52
a) Potcoavă *trece* și *nu trece*	3— 50		
b) Potcoavă cu mîner, *trece* și *nu trece*	50—180		
c) Potcoavă cu plăci aplicate *trece* și *nu trece*	100—310		

Tabela 9.14. **Contracalibre**

Denumire	Limite de măsurare, mm	Figura	Dimensiuni după STAS
1. **Contracalibre tampon**	1— 18		
2. **Contracalibre disc**	18—100		
3. *Contracalibre tampon incomplet*	100—325		

Calibrele executate dintr-o bucată și piesele principale ale acestora (exclusiv mînere, șuruburi, știfturi) trebuie supuse în prealabil unui tratament de îmbătrînire.

Confecționarea calibrelor tampon obișnuite (după STAS 2981/1-74) și 2981/2-75) dintr-o singură bucată, pînă la diametrul de 10 mm inclusiv, este permisă numai uzinelor care execută calibre de uz intern.

Pentru mărirea rezistenței la uzură a calibrelor se recomandă fie cromarea dură a suprafețelor de măsurare, fie folosirea altor procedee de durificare.

După tratamentele termice, găurile de centrare trebuie lepuite.

Dacă părțile componente ale calibrelor au fost fixate pe dispozitivele magnetice pentru a fi prelucrate, este necesar ca să fie supuse unei operații de demagnetizare.

Pentru identificarea părților *trece* (T) și *nu trece* (NT), la calibrele tampon, lungimea părții măsurătoare NT se face mai mică decît a părții T; de asemenea se mai face și o degajare pe partea conică a tamponului NT sau pe mînere conform STAS 2992/1 și 2-74. În același scop, la calibrele vergea NT se face o degajare inelară, iar la calibrele plate se fac teșituri pe plăcile măsurătoare ale părții NT.

Mînerele calibrelor se execută conform STAS 2992/1 și 2-74; mînerele metalice se acoperă cu un strat de protecție anticorosiv iar cele de lemn se vopsesc cu culoare neagră sau se lăcuiesc.

Calibrele trebuie să fie marcate cu următoarele notații:

— diametrul nominal, urmat de simbolul poziției cîmpului de toleranță și clasa de precizie (exemplu : 10 JE 2);

— simbolul calibrului (T; NT; R-T; R-NT), urmat de abaterile limită *trece* și *nu trece* (exemplu : T10; NT 10,016);

— emblema fabricii producătoare;

— seria și anul de fabricație;

— temperatura de referință 20°C;

— standardul de dimensiuni;

— semnul recepționarului.

Alte indicații asupra mișcării, asupra condițiilor de recepție și asupra controlului calibrelor sînt date în STAS 3938-76.

4.4.2. Calibre limitative netede reglabile. Din această categorie sînt menționate în STAS 2980/1-70: calibrele limitative netede reglabile pentru arbori și, anume, calibrele reglabile potcoavă (fig. 9.20) cu limitele de măsurare de la 3 la 310 mm.

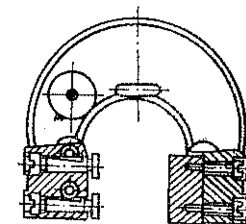


Fig. 9.20.

Pînă în prezent nu sînt încă elaborate STAS-uri pentru dimensiunile și toleranțele acestor calibre.

Capitolul **10**

FILETE

1. GENERALITĂȚI

1.1. CLASIFICAREA FILETELOR

După scop, filetele se clasifică în : filete de fixare, filete de mişcare sau transport, filete de presiune, filete de reglare, filete de măsurat.

Filetul de fixare are de obicei profilul triunghiular, aşa cum se foloseşte, de exemplu, la şuruburi, piuliţe, ţevi, fitinguri etc.

Filetul de transport şi filetul de presiune au în majoritatea cazurilor profilul trapezoidal, ferăstrău sau pătrat şi se folosesc de exemplu, la şuruburile conducătoare de la strunguri, la arborii principali de la presele cu şurub, la frînele diferitelor vehicule etc.

Filetul de reglare se foloseşte la piesele cu ajutorul cărora se asigură altor piese deplasări în poziţii anumite sau pentru a se limita jocul acestora.

Filetul de măsurat este utilizat la instrumentele de măsurat (de exemplu la micrometre).

După forma geometrică a profilului, filetele pot fi : *filet triunghiular, filet trapezoidal, filet ferăstrău, filet pătrat* sau *dreptunghiular, filet rotund.*

Caracteristicile acestor filete sînt redate în subcapitolele următoare. În general, profilul triunghiular se foloseşte la filetele de fixare; profilele: trapezoidal, în dinţi de ferăstrău sau pătrat, se folosesc la filetele de transport sau de mişcare (de exemplu la şuruburile conducătoare de la strunguri), la filetele de presiune (de exemplu la arborii, filetaţi ai preselor cu şurub); profilul rotund este utilizat pentru scopuri speciale (de exemplu la cuplele vagoanelor sau la piesele cu pereţi subţiri, cum sînt duliile becurilor electrice).

După forma corpului care se filetează distingem: *filet cilindric* cînd spira se înfăşoară pe un corp cilindric, *filet conic,* cînd spira se înfăşoară pe un trunchi de con şi *filet plan,* cînd acesta este tăiat sub formă de spirală pe o suprafaţă plană.

După poziţia filetului pe piesă, se obţin : *filete exterioare* (de exemplu, filetele la şuruburi) sau *filete interioare* (de exemplu, filetele la piuliţe).

După direcţia de înfăşurare, filetele pot fi *filete dreapta* şi *filete stînga,* după cum un observator privind în lungul axei filetului spre piuliţă, vede piuliţa rotindu-se pentru înşurubare, în sensul mişcării acelor de ceasornic, în timp ce şurubul înaintează dinspre cap spre extremitatea opusă, sau, respectiv, viceversa.

După numărul de spire înfăşurate paralel pe porţiunea filetată a unei piese, se obţin : *filete simple şi filete multiple* sau *filete cu mai multe începuturi.* Filetele multiple sînt cu două, trei sau mai multe începuturi, după cum din baza cilindrului pornesc două, trei sau mai multe spire identice şi echidistante. La filetul cu mai multe începuturi distingem un *pas real* şi *un pas aparent* ale căror definiţii sînt date în subcapitolul următor.

După mărimea pasului pentru un anumit diametru sau după domeniul în care se utilizează, filetele se clasifică în :

— *filete normale,* care se folosesc la majoritatea pieselor cu filete de fixare sau mişcare ;

— *filete fine,* care au pentru acelaşi diametru nominal, atît pasul cît şi înălţimea mai mici decît ale filetului normal. Acestea se utilizează, de obicei, la piesele de mecanică fină, la piesele cu pereţi subţiri, precum şi la acele asamblări la care, pentru a mări frecarea, este necesară reducerea pasului în raport cu diametrul ;

— *filete speciale,* care se utilizează numai în anumite cazuri, cum sînt de exemplu : filetele cu autoblocare (prin înclinarea cu circa 6° a fundului şurubului şi a coamei piuliţei, în poziţie strînsă, se împiedică deşurubarea de la sine a şurubului din piuliţă), şi filetul Edison, semirotund, presat din tablă, pentru dulii, elemente de siguranţă la tablouri electrice etc.

După sistemul de măsurare, filetele pot fi : *filete metrice,* la care pasul şi diametrul exterior sînt indicate în milimetri şi *filete în inci* (Whitworth), la care se indică fie diametrul exterior în inci, fie numărul spirelor pe un inci.

După mărimea toleranţelor, filetele se mai clasifică în : *filete de precizie fină, filete de precizie mijlocie* şi *filete de precizie grosolană.*

Toleranţele şi dimensiunile limită ale acestor filete pentru diferite diametre nominale sînt indicate la subcapitolul cu toleranţele filetului.

1.2. ELEMENTELE PRINCIPALE ALE FILETULUI

Forma şi dimensiunile filetelor se reprezintă prin secţiunea plană care trece prin axa şurubului (secţiunea axială). Pentru exemplificare,

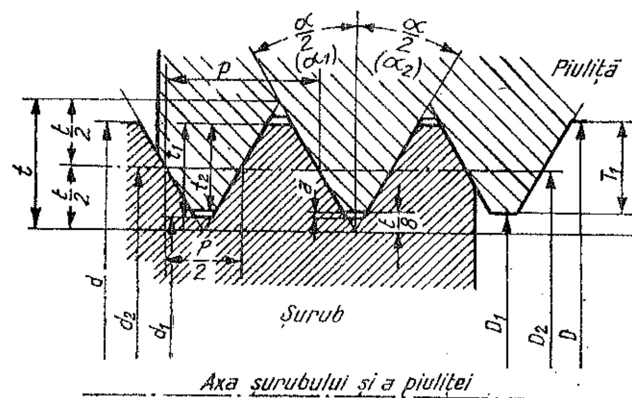


Fig. 10.1.

În fig. 10.1 este arătată o secțiune printr-o îmbinare cu filet cu profil simetric (șurub și piuliță).

Porțiunea de suprafață filetată pe care șurubul și piulița sînt în contact pe înălțimea radială t_2, suportă întreg efortul axial. Celelalte părți care nu sînt în contact trebuie să fie astfel dimensionate încît să nu impiedice contactul flancurilor filetelor. Dimensiunile care determină poziția flancurilor servesc ca bază și sînt egale, atît pentru șurub cît și pentru piuliță.

Pasul filetului p este distanța dintre două flancuri consecutive avînd aceeași înclinare, măsurată paralel cu axa șurubului. Filetul este cu un singur început, dacă avansarea axială a piuliței la o simplă rotație este egală cu pasul. La șurubul cu filet avînd mai multe începuturi, pasul este distanța dintre flancurile de aceeași înclinare a filetului cu același început, măsurat paralel cu axa. În acest caz pasul se numește *pas real*, spre deosebire de *pasul aparent* al filetului cu mai multe începuturi (numit și diviziune) care este distanța între două flancuri consecutive, măsurată paralel cu axa filetului.

Pasul filetelor metrice se măsoară în milimetri. La alte filete pasul se exprimă în inci sau prin numărul de pași pe inci, adică prin numărul de spire ale filetului pe un inci din lungimea lui.

Jumătatea unghiului flancurilor filetului $\alpha/2$ este unghiul cuprins între perpendiculara pe axă și unul dintre cele două flancuri ale filetului. La filetele simetrice, ambele unghiuri sînt egale; la cele asimetrice ele sînt diferite și se notează cu α_1 și α_2.

Diametrul mediu al flancurilor filetului șurubului d_2 este distanța între două flancuri opuse. Dacă această distanță este considerată în mijlocul flancurilor filetului ascuțit, atunci d_2 este diametrul unui cilindru coaxial pe care grosimea filetului este egală cu golul dintre două filete consecutive. La filetele asimetrice, ca diametru d_2 se ia diametrul cilindrului pe care grosimea filetului este egală cu golul dintre două filete.

Diametrul exterior al filetului șurubului d este distanța între punctele extreme ale filetului, măsurată perpendicular pe axă.

Diametrul inferior al filetului șurubului d_1 este distanța măsurată perpendicular pe axă între punctele cele mai apropiate ale filetului de axa șurubului.

Diametrul mediu al flancurilor filetului piuliței D_2 este distanța perpendiculară pe axă, între două flancuri opuse. Dacă diametrul mediu este considerat în mijlocul flancului filetului ascuțit, atunci D_2 este diametrul unui cilindru coaxial pe care grosimea filetului este egală cu golul între două filete consecutive. La filetele asimetrice, diametrul mediu este egal cu cel al cilindrului pe care grosimea filetului este egală cu golul dintre filete.

Diametrul exterior al filetului piuliței D este distanța măsurată perpendicular pe axă între punctele extreme ale filetului piuliței.

Diametrul interior al filetului piuliței D_1 este distanța măsurată perpendicular pe axă între punctele cele mai apropiate ale filetului de axa piuliței.

Înălțimea teoretică a filetului șurubului t, cu vîrful ascuțit este:

$$t = \frac{1}{2} \cdot p \cdot \mathrm{ctg}\frac{\alpha}{2}.$$

Înălțimea reală a filetului șurubului t_1, respectiv a filetului piuliței T_1, este distanța măsurată perpendicular pe axă între punctele extreme ale filetului șurubului, respectiv ale piuliței:

$$t_1 = (d - d_1)/2, \text{ respectiv } T_1 = (D - D_1)/2$$

Înălțimea utilă de contact a filetului t_1 este distanța luată perpendicular la axă, a lungimii de contact a flancurilor $t_2 = (d - D_1)/2$.

Profilul teoretic al filetului șurubului sau al piuliței este profilul față de care se măsoară abaterile.

2. FILETE STANDARDIZATE

Existența unei mari varietăți de filete făcea ca interschimbabilitatea pieselor filetate să fie dificilă chiar în interiorul aceleiași țări.

Această situație a putut fi remediată prin satandardizarea filetelor. Prin limitarea numărului tipurilor de filete, a diametrelor, a numărului de pași și prin stabilirea rațională a toleranțelor, se micșorează stocul sculelor de tăiat filete și stocul calibrelor pentru controlul filetelor. Astfel se face posibilă fabricația în masă și în serii mari, ceea ce implicit reduce costul de fabricație.

În țara noastră sînt standardizate majoritatea tipurilor de filete. În cele ce urmează sînt indicate filetele standardizate care se execută în mod curent în cadrul atelierelor mecanice.

Sistemul de notare a filetelor cu exemple de aplicare a prescripțiilor de notare sînt indicate conform STAS 139-70 în tabela 10.1.

Tabela 10.1. **Modul de notare a filetelor.** a. Modul şi ordinea de notare a elementelor filetelor

Semnul care precede notarea elementului	Elementul notat	Modul în care se notează elementul	Cazul în care trebuie indicat elementul
	Profilul filetului	Conform tabelei 10, 1, *b*	La toaete filetele
	Diametrul nominal al filetului	Valoarea în mm sau în in	La toate filetele
Semnul înmulţirii : x	Pasul filetului (elicei)	Valoarea în mm sau în fracţiuni de in	Conform tabelei 10.1, *b*
Linie de fracţie :/	Numărul de începuturi	Numărul de începuturi în cifre	Numai la filetele cu mai multe începuturi
	Precizia filetului (abateri limită)	Conform standardelor în vigoare pentru filetul respectiv	Conform standardelor în vigoare pentru filetul respectiv
	Sensul filetului	Literele stg	Numai la filetele stînga

Observaţii. **1.** Se admite ca la piesele prevăzute cu filet dreapta şi filet stînga (de ex. cuplele de cale ferată), la filetul dreapta sensul filetului să se noteze cu literele dr. **2.** La filetele cu profil asimetric (de exemplu filetul ferăstrău) se procedează conform prescripţiilor din STAS 700—69, reprezentîndu-se profilul dintr-o porţiune a filetului.

Tabela 10.1 (continuare) b. Notarea, profilul, diametrului şi pasului filetului

Tipul filetului	Simbolul profilului	Diametrul a cărui valoare nominală se indică şi unitatea de măsură	Modul de intrare a pasului	Exemple de notare
Filet metric normal	M	exterior, mm	pasul nu se indică	M 10
Filet metric fin	M	exterior, mm	pasul în mm	M C 4 × 3
Filet metric conic	KM	exterior, mm	pasul în mm	KM 30 × 1,5
Filet metric special (mecanică fină)	SpM	exterior, mm	pasul în mm	SpM 10,5 × 0,5

Tabela 10.1 (continuare)

Tipul filetului	Simbolul profilului	Diametrul a cărui valoare nominală se indică şi unitatea de măsură	Modul de indicare a pasului	Exemplu de notare
Filet în inci (Whitworth)	W	exterior, in	pasul nu se indică	W1
Filet cilindric pentru ţevi	G	nominal al ţevii, in	pasul nu se indică	G 3/4
Filet conic pentru ţevi	KG	nominal al ţevii, in	pasul nu se indică	KG 3/4
Filet conic în inci ($\alpha = 30°$) (Briggs)	Br	exterior de măsurare, in	pasul nu se indică	Br 3/4
Filet trapezoidal	Tr	exterior, mm	pasul în mm	Tr 70 × 10
Filet trapezoidal pentru locomotive	TrL	exterior, mm	pasul în mm	Tr L 30 × 4
Filet ferăstrău	S	exterior, mm	pasul în mm	S 40 × 6
Filet pătrat	Pt	exterior, mm	pasul în mm	Pt 50 × 12
Filet rotund	Rd	exterior, mm	pasul în fracţiuni de in	Rd 30 × 1/8
Filet Edison	E	exterior, mm	pasul nu se indică	E 27
Filet pentru valve	V	exterior, mm	pasul nu se indică	V 12
Filet pentru burlane de tubaj	B	exterior, in	pasul nu se inidică	B 5
Filet pentru obiective de microscoape	Ob	interior al piuliţei, in	pasul nu se indică	Ob 4/5

Observaţii. **1.** Exemplele de notare sînt date pentru filete cu un început, clasa de precizie mijlocie, dreapta, fără prescripţii de etanşeitate. **2.** La filele metrice fine cu d> 68 mm, avînd pasul cu valoarea cea mai mare conform STAS 6564—73, nu este obligatorie indicarea acestui pas în notare. **3.** La notarea filetului interior cilindric pentru ţevi, după diametrul nominal se adaugă litera H, dacă asamblarea este fără etanşare în filet (de exemplu G 2 1/2 H) sau litera J, dacă asamblarea este cu etanşare în filet (de exemplu G 3/4 J). **4.** Filetul metric conic KM6 nu are pasul în mm.

Tabela 10.1 (continuare) c. Exemple de aplicare a prescripţiilor de notare

Felul filetului	Numărul de în începuturi	Precizia	Sensul filetului	Exemple de notare
Filet metric conic	1	—	drepta	KM 10 × 1
Filet metric normal	1	6 g	stînga	M10 6g stg
Filet pentru ţevi cu etanşare în filet, conic exterior	1	—	dreapta	KG 3/4
Filet pentru ţevi fără etanşare în filet, cilindric exterior	1	clasa A	dreapta	G 2 A
Filet trapezoidal	3	grosolană, ajustaj semiliber	dreapta	Tr 70 × 30/3 gl
Filet trapezoidal	3	mijlocie	stînga	Tr 70 × 30/3 m stg
Filet ferăstrău	2	fină	stînga	S 70 × 20/2 f stg

Observaţii. 1. Filetele necuprinse în tabela anterioară se notează cu cuvîntul „Filet" sau litera F şi unul sau mai multe cuvinte sau prescurtarea lor, indicînd destinaţia filetului, urmate de caracteristicile filetului. Această notare poate fi urmată de numărul standardului dimensional al filetului. 2. *Exemple*: filetul pentru lampa de mină se notează: **Filet lampă mină 68,30 × 3,175**; filetul pentru biciclete se notează: **F Bicicletă 14,3 × 1,270**; filetul pentru tuburi izolante de protecţie etanşe se notează: **Filet IPE 16**

Dimensiunile ieşirii şi degajării filetului sînt indicate în STAS 3508/1-70 pentru filet metric (tabela 10.6), STAS 3508/2-70 pentru filet pentru ţevi, STAS 3508/3-70 pentru filet metric conic, STAS 3508/4-70 pentru filet conic în inci (Briggs) şi STAS 3508/6-70 pentru filet trapezoidal.

2.1. FILETUL METRIC

Filetul metric este generat de un triunghi echilateral cu unghiul la vîrf de 60°. Atît pasul cît şi diametrul sînt exprimate în unităţi metrice.

În general filetul metric se foloseşte ca filet de fixare, filet de reglare şi filet de măsurare. El tinde să înlocuiască într-o mare măsură filetul în inci.

După mărimea pasului, pentru un anumit diametru, filetele metrice se clasifică în *filete metrice normale şi filete metrice fine.*

Profilul nominal (trasat cu o linie groasă), dimensiunile acestuia şi elementele filetelor metrice ISO de uz general sînt indicate după STAS 6371-73, în fig. 10.2 cu următoarele notaţii:

D este diametrul exterior al filetului interior;
d — diametrul exterior al filetului exterior;

D_1 — diametrul interior al filetului interior;
d_1 — diametrul interior al filetului exterior;
D_2 — diametrul mediu al filetului interior;
d_2 — diametrul mediu al filetului exterior;
p — pasul filetului;
H — înălţimea triunghiului generator al filetului;
H_1 — înălţimea profilului nominal.

Diametrele nominale şi paşii filetelor metrice ISO de uz general, cu profil nominal conform STAS 6371-73, sînt arătate după STAS 981-74 în tabela 10.2.

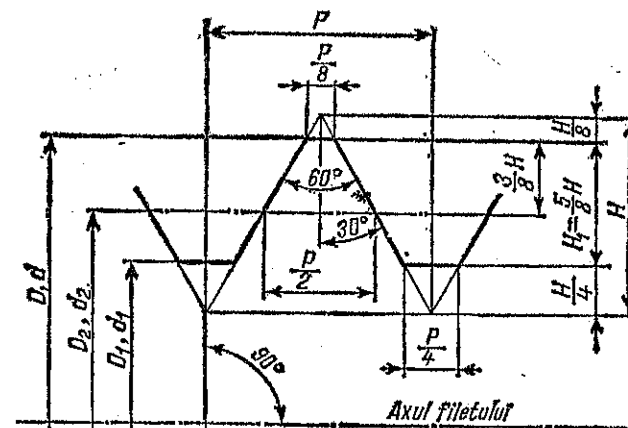


Fig. 10.2. Profilul nominal al filetelor metrice ISO de uz general.

Valorile diametrelor nominale se aleg din şirul 1 al tabelei, apoi, dacă este necesar, din şirul 2 şi, în fine, din şirul 3.

Pasul filetului se alege dintre valorile indicate în dreptul diametrului nominal. astfel:

— pentru diametre pînă la 68 mm se alege de preferinţă pasul normal corespunzător sau, în funcţie de necesităţi, unul dintre paşii fini, de preferinţă pasul cel mai mare;

— pentru diametre peste 68 mm se alege unul dintre paşii fini corespunzători, de preferinţă pasul cel mai mare.

Dacă pentru un diametru nominal este necesar a se utiliza un pas mai fin decît cei indicaţi în tabelă, acesta se alege exclusiv din următorul şir de valori, în mm: 3; 2; 1,5; 1; 0,75; 0,5; 0,35; 0,25; 0,2.

La alegerea pasului filetului se recomandă ca un pas să nu se utilizeze pentru diametre nominale mai mari decît cele indicate mai jos:

— pasul filetului de 0,5 mm pentru diametrul nominal maxim de 22 mm;

— pasul filetului de 0,75 mm pentru diametrul nominal maxim de 33 mm;

— pasul filetului de 1 mm pentru diametrul nominal maxim de 80 mm;

Tabela 10.2. **Valorile diametrelor şi paşilor filetelor metrice ISO de uz general (STAS 981—74)**

Diametrele nominale de la 1 la 10 mm

Diametrul nominal Şirul 1	Şirul 2	Şirul 3	Pasul Normal	Fin 1,25	1	0,75	0,5	0,35	0,25	0,2
1			0,25							0,2
	1,1		0,25							
1,2			0,25							0,2
										0,2
			0,3							0,2
	1,4									
1,6			0,35							0,2
			0,35							0,2
	1,8		0,4							
2			0,45						0,25	
									0,25	
	2,2		0,45							
2,5								0,35		

Diametrul nominal Şirul 1	Şirul 2	Şirul 3	Pasul Normal	Fin 1,25	1	0,75	0,5	0,35	0,25	0,2
3			0,5					0,35		
			0,6					0,35		
	3,5									
4			0,7				0,5			
			0,75				0,5			
	4,5									
5			0,8				0,5			
		5,5					0,5			
6			1			0,75				
		7	1			0,75				
8			1,25		1	0,75				
		9	1,25		1	0,75				
10			1,5	1,25	1	0,75				

Tabela 10.2 (continuare). **Diametre nominale de la 11 la 68 mm**

Diametrul nominal Şirul 1	Şirul 2	Şirul 3	Pasul Normal	fin 4	3	2	1,5	1,25	1	0,75
12		11	1,5						1	0,75
			1,75				1,5	1,25	1	
	14		2				1,5	1,25	1	
16		15					1,5		1	
	18		2				1,5		1	
		17	2,5				1,5		1	
20			2,5			2	1,5		1	
22			2,5			2	1,5		1	
24		1,5	3			2	1,5		1	
						2	1,5		1	
		25				2	1,5		1	
		26	3				1,5			
	27					2	1,5		1	
30		28	3,5		(3)	2	1,5		1	
						2	1,5		1	
	33	32	3,5		(3)	2	1,5			
36		35				2	1,5			

Diametrul nominal Şirul 1	Şirul 2	Şirul 3	Pasul Normal	Fin 4	3	2	1,5	1,25	1	0,75
			4		3	2	1,5			
		38	4				1,5			
	39				3	2	1,5			
		40	4,5		3	2	1,5			
42			4,5	4	3	2	1,5			
	45		5	4	3	2	1,5			
		50		4	3	2	1,5			
48			5		3	2	1,5			
	52			4	3	2	1,5			
				4	3	2	1,5			
		55	5,5	4	3	2	1,5			
56				4	3	2	1,5			
	60	58	5,5	4	3	2	1,5			
				4	3	2	1,5			
		62	6	4	3	2	1,5			
64				4	3	2	1,5			
	68	65	6	4	3	2	1,5			

Tabela 10.2. (continuare). **Diametrele nominale de la 70 la 250 mm**

Diametrul nominal Şirul 1	Şirul 2	Şirul 3	Pasul Fin 6	4	3	2	1,5
		70	6	4	3	2	1,5
			6	4	3	2	1,5
72		75		4	3	2	1,5
	76		6	4	3	2	1,5
		78				2	
			6	4	3	2	1,5
80		82	6			2	
	85		6	4	3	2	
			6	4	3	2	
90			6	4	3	2	
	95		6	4	3	2	
100			6	4	3	2	
	105		6	4	3	2	
110	115		6	4	3	2	
	120		6	4	3	2	
125			6	4	3	2	
	130		6	4	3	2	
		135	6	4	3	2	
140			6	4	3	2	
		145	6	4	3	2	
	150		6	4	3	2	

Diametrul nominal Şirul 1	Şirul 2	Şirul 3	Pasul Fin 6	4	3	2	1,5
		155	6	4	3		
160			6	4	3		
		165	6	4	3		
	170		6	4	3		
		175	6	4	3		
180			6	4	3		
		185	6	4	3		
	190		6	4	3		
		195	6	4	3		
200			6	4	3		
		205	6	4	3		
	210		6	4	3		
220		215	6	4	3		
			6	4	3		
		225	6	4	3		
		230	6	4	3		
		235	6	4	3		
	240		6	4	3		
		245	6	4	3		
250			6	4	3		

Tabela 10.2 (continuare) **Diametre nominale de la 255 la 600 mm**

Diametrul nominal Şirul 1	Şirul 2	Şirul 3	Pasul Fin	4
		255	6	4
	260		6	4
		265	6	4
		270	6	4
		275	6	4
280			6	4
		285	6	4
		290	6	4
		295	6	4
	300		6	4
		310	6	4
320			6	4
		330	6	4
	340		6	4
		350	6	4
360			6	4
		370	6	4
	380		6	4
		390	6	4
400			6	4

Diametrul nominal Şirul 1	Şirul 2	Şirul 3	Pasul Fin 6	4
		410	6	
	420		6	
		430	6	
		440	6	
450			6	
		460	6	
		470	6	
	480		6	
		490	6	
500			6	
		510	6	
	520		6	
		530	6	
		550	6	
550			6	
		560	6	
		570	6	
	580		6	
		590	6	
600			6	

Observaţii la tabela 10.2. 1. Filetul M 14 × 1,25 se va utiliza numai pentru bujii de motoare. 2. Filetul M 35 × 1,5 se va utiliza numai pentru piuliţele de blocare a rulmenţilor.

— pasul filetului de 1,5 mm pentru diametrul nominal maxim de 150 mm;

— pasul filetului de 2 mm pentru diametrul nominal maxim de 200 mm;

— pasul filetului de 3 mm pentru diametrul nominal maxim de 300 mm.

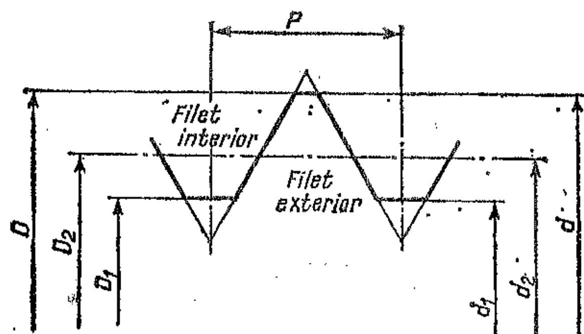


Fig. 10.3.

În cazul în care pentru diametre nominale ale filetului peste 150 mm este necesar a se utiliza un pas mai mare de 6 mm, se recomandă a se adopta un pas de 8 mm.

Diametrele şi paşii pentru filetele organelor de asamblare (şuruburi şi piuliţe) sînt arătate (conform STAS 6564-73) în tabela 10.3.

Diametrul nominal al filetului se va prefera a se lua din şirul 1. La alegerea pasului filetului se recomandă valoarea cea mai mare indicată în dreptul diametrului respectiv.

Diametrele şi paşii filetelor metrice speciale pentru industria optică-mecanică şi a construcţiei de aparate sînt date (conform STAS 7826-75), în tabela 10.4.

Dimensiunile nominale ale filetelor metrice ISO de uz general cu pas normal, avînd diametrele nominale între 1 şi 68 mm şi cu pas fin, avînd diametrele nominale între 1 şi 600 mm sînt date (conform STAS 510-74) în tabela 10.5.

Dimensiunile nominale, conform figurii 10.3 şi tabelei 10.5 sînt calculate cu ajutorul relaţiilor stabilite în STAS 6371-73.

Paşii normali sînt tipăriţi în tabelă cu caractere aldine (groase)

2.2. FILETUL ÎN INCI (WHITWORTH)

Profilul filetului este un triunghi isoscel cu unghiul la vîrf de 55°.

Filetul în inci este un filet de tranziţie; el se mai foloseşte la confecţionarea pieselor de schimb pentru construcţiile vechi şi la construcţiile noi de tip existent, la care nu este posibilă aplicarea filetului metric.

Tabela 10.3. **Diametre şi paşi la filetele metrice ISO pentru organele de asamblare (STAS 6564—73)**

Dimensiuni în mm

Diametrul nominal al filetului $d = D$		Pasul filetului p		Diametrul nominal al filetului $d = D$		Pasul filetului p	
Şirul 1	Şirul 2	normal	fin	Şirul 1	Şirul 2	normal	fin
1	1	0,25	—	6	6	1	—
	1,1	0,25	—		7	1	—
1,2	1,2	0,25	—	8	8	1,25	1
	1,4	0,3	—	10	10	1,5	1,25
1,6	1,6	0,35	—	12	12	1,75	1,25
	1,8	0,35	—		14	2	1,5
2	2	0,4	—	16	16	2	1,5
	2,2	0,45	—		18	2,5	1,5
2,5	2,5	0,45	—	20	20	2,5	1,5
3	3	0,5	—		22	2,5	1,5
	3,5	0,6	—	24	24	3	2
4	4	0,7	—		27	3	2
	4,5	0,75	—	30	30	3,5	2
5	5	0,8	—				
	33	3,5	2		85	—	6 ; 4
36	36	4	3	90	90	—	6 ; 4
	39	4	3		95	—	6 ; 4
42	42	4,5	3	100	100	—	6 ; 4
	45	4,5	3		105	—	6 ; 4
48	48	5	3	110	110	—	6 ; 4
	52	5	3		115	—	6 ; 4
56	56	5,5	4		120	—	6 ; 4
	60	5,5	4	125	125	—	6 ; 4
64	64	6	4		130	—	6 ; 4
	68	6	4	140	140	—	6 ; 4
72	72	—	6,4		150	—	6 ; 4
	76	—	6,4	160	160	—	6 ; 4
80	80	—	6,4				

Observaţii. **1.** Profilul nominal al filetului, conform STAS 6371—73. **2.** Dimensiunile nominale ale filetului, conform STAS 510—74. **3.** Dimensiunile limită ale filetelor pentru organe de asamblare, conform STAS 8164—68. **4.** Condiţii generale pentru organe de asamblare filetate, conform STAS 2700—69 (standard pe părţi). **5.** Notarea filetului, conform STAS 139—70. **6.** Diametrul nominal al filetului se alege de preferinţă din şirul 1.

În prezent, pentru ţevi cu atanşare în filet, este folosit în mod curent filetul în inci.

Caracteristicile şi dimensiunile filetului în inci pentru ţevi sînt standardizate prin STAS 402-68. Acest standard se referă la filetul pentru ţevi cu etanşare în filet, realizată prin îmbinarea filetului conic exterior cu filetul cilindric interior.

Tabela 10.4. **Diametre și pași ale filetelor metrice speciale pentru industria optică-mecanică și a construcției de aparate**
(STAS 7826—75)

Diametrele filetelor se aleg din șirul 1, apoi, dacă este necesar, din șirul 2 și în fine, din șirul 3.

Pasul filetului se alege dintre cei prevăzuți în dreptul diametrului adoptat preferându-se pașii mai mari.

Exemplu de notare a unui filet metric special, cu diametrul exterior $d = 10,5$ mm și pasul $p = 0,5$ mm: **Sp M 10,5 × 0,5**

D i a m e t r e d e l a 3,5 l a 13 mm

Diametrul exterior, *d*			Pasul filetului *p*					
Șirul 1	Șirul 2	Șirul 3	1,5	1	0,75	0,5	0,35	0,25
	3,5		—	—	—	0,5	—	—
4			—	—	—	—	0,35	0,25
	4,5		—	—	—	—	0,35	0,25
5			—	—	—	—	0,35	0,25
	5,5		—	—	—	—	0,35	0,25
6			—	—	—	—	0,35	0,25
		6,5	—	—	0,75	0,5	0,35	0,25
	7		—	—	—	—	0,35	0,25
		7,5	—	—	0,75	0,5	0,35	0,25
8			—	—	—	—	0,35	0,25
		8,5	—	1	0,75	0,5	—	—
	9		—	—	—	—	0,35	—
		9,5	—	1	0,75	0,5	0,35	—
10			—	—	—	—	0,35	—
		10,5	—	1	0,75	0,5	—	—
	11		—	—	—	—	0,35	—
		11,5	—	1	0,75	0,5	—	—
12			—	—	—	—	0,35	—
		12,5	1,5	1	0,75	0,5	—	—
	13		1,5	10	0,75	0,5	—	—

D i a m e t r e d e l a 13,5 l a 66 mm

Diametrul exterior, *d*			Pasul filetului, *p*				Diametrul exterior, *d*			Pasul filetului, *p*			
Șirul 1	Șirul 2	Șirul 3	1,5	1	0,75	0,5	Șirul 1	Șirul 2	Șirul 3	1,5	1	0,75	0,5
		13,5	1,5	1	0,75	0,5	17			—	—	0,75	0,5
	14,5		1,5	1	0,75	0,5			17,5	—	—	0,75	0,5
15			—	—	0,75	0,5		18,5		—	—	—	0,5
		15,5	—	—	—	0,5		19		1,5	1	0,75	0,5
	16,5		—	—	—	0,5							
		19,5	—	—	—	0,5			40,5	—		—	0,5
	20,5		—	1	—	0,5		41		1,5	—	0,75	0,5
21			1,5	1	0,75	0,5			41,5	—	—	—	0,5
	21,5		—	—	—	0,5	42			—	—	0,75	0,5

Tabela 10.4 (continuare). D i a m e t r e l e d e 13,5 la 66 mm

Diametrul exterior, *d*			Pasul filetului, *p*			
Șirul 1	Șirul 2	Șirul 3	1,5	1	0,75	0,5
		22,5	—	—	—	0,5
23			1,5	1	0,75	0,5
	23,5		—	—	—	0,5
24			—	—	—	0,5
	24,5		—	—	—	0,5
	25		—	—	0,75	0,5
		25,5	—	—	—	0,5
26			—	1	0,75	0,5
	26,5		—	—	—	0,5
	27		—	—	—	0,5
		27,5	—	—	—	0,5
28			—	—	0,75	0,5
		28,5	—	—	—	0,5
	29		—	—	0,75	0,5
		29,5	—	—	—	0,5
30			—	—	—	0,5
		30,5	—	—	—	0,5
	31		1,5	—	0,75	0,5
		31,5	—	—	—	0,5
32			—	1	0,75	0,5
		32,5	—	—	—	0,5
	33		—	—	—	0,5
		33,5	—	—	—	0,5
34			1,5	1	0,75	0,5
		34,5	—	—	—	0,5
	35		—	1	0,75	0,5
		35,5	—	—	—	0,5
36			—	—	0,75	0,5
		36,5	—	—	—	0,5
	37		1,5	—	0,75	0,5
		37,5	—	—	—	0,5
38			—	1	0,75	0,5
		38,5	—	—	—	0,5
	39		—	—	0,75	0,5
		39,5	—	—	—	0,5
40			—	1	0,75	0,5

Diametrul exterior, *d*			Pasul filetului, *p*			
Șirul 1	Șirul 2	Șirul 3	1,5	1	0,75	0,5
		40,5	—	—	0,75	0,5
	41		1,5	—	—	0,5
		41,5	—	—	0,75	0,5
42			—	—	—	0,5
		42,5	—	—	—	0,5
	45		1,5	—	0,75	0,5
		43,5	—	—	—	0,5
44			1,5	1	0,75	0,5
		44,5	—	—	—	0,5
	45		—	—	0,75	0,5
		45,5	—	—	—	0,5
46			1,5	1	0,75	0,5
		46,5	—	—	—	0,5
	47		1,5	—	0,75	0,5
		47,5	—	—	—	0,5
48			—	—	0,75	0,5
		48,5	—	—	—	0,5
	49		1,5	—	0,75	0,5
		49,5	—	—	0,75	0,5
50			—	1	0,75	0,5
		(50,5)	—	—	—	0,5
	51		1,5	1	0,75	0,5
		(51,5)	—	—	0,75	0,5
52			—	—	0,75	0,5
		(52,5)	—	—	0,75	0,5
	53		—	1	0,75	0,5
		(53,5)	—	—	—	0,5
54			—	1	0,75	0,5
		(54,5)	—	—	0,75	0,5
	55		—	1	0,75	0,5
56			—	—	0,75	0,5
	57		—	1	0,75	0,5
58			—	1	0,75	0,5
		59	—	1	0,75	—
60			—	—	0,75	0,5
		61	—	1	0,75	—
62			—	1	0,75	—
		63	1,5	1	0,75	—
64				—	0,75	—
	65	—		1	0,75	—
66		—	—	1	0,75	—

Tabela 10.4 (continuare). D i a m e t r e de l a 67 l a 120 mm

Diametrul exterior, d			Pasul filetului, p			Diametrul exrterior, d			Pasul filetului, p		
Şirul 1	Şirul 2	Şirul 3	1,5	1	0,75	Şirul 1	Şirul 2	Şirul 3	1	1	0,75
		(67)	—	1	0,75			(91)	—	1	0,75
	68		—	—	0,75		92		1,5	1	0,75
		(69)	—	1	0,75			(93)	—	1	0,75
70		(60)	—	1	0,75		94		—	1	0,75
						95			—	1	0,75
		(71)	—	1	0,75			96	—	1	0,75
	72		—	1	0,75			(97)	—	1	0,75
		(73)	—	—	0,75				1,5	1	0,75
		74	—	1	0,75		98	(99)		1	0,75
75			—	1	0,75	100			—	1	0,75
	76		—	1	0,75			(101)	—	1	0,75
		(77)	—	—	0,75		102		1,5	1	(0,75)
	78		—	1	0,75			(103)		1	0,75
		(79)	1,5	1	0,75		104		—	1	(0,75)
80			—	1	0,75	105			—	1	0,75
		(81)	—	1	0,75				—	1	(0,75)
	82		1,5	1	0,75			106	—	1	0,75
		(83)	—	1	0,75		108		1,5	1	0,75
	84		—	1	0,75			(110)	—	1	0,75
85			—	1	0,75	112			1,5	1	—
		86	—	1	0,75						
		(87)	—	1	0,75		114		—	1	—
	88		1,5	1	0,75			116	—	1	—
		(89)	—	1	0,75		118		1,5	1	—
90			—	1	0,75	120			—	1	—

D i a m e t r e d e l a **122** l a 200 mm

Dimetrul exterior, d			Pasul filetului, p		Diametrul exterior, d			Pasul filetului, p	
Şirul 1	Şirul 2	Şirul 3	1,5	1	Şirul 1	Şirul 2	Şirul 3	1,5	1
		122	1,5	1			162	1,5	—
	125		—	1		165		1,5	—
		128	1,5	1			168	1,5	—
130			—	1	170			1,5	—
		132	1,5	1			172	1,5	—
	135		—	1		175		1,5	—
		138	1,5	1			178	1,5	—
140			—	1	180			1,5	—
		142	1,5	1			182	1,5	—
	145		—	1		185		1,5	—
		148	—	1			188	1,5	—
150			1,5	1	190			1,5	—
		152	1,5	—			192	1,5	—
	155		1,5	—		195		1,5	—
		158	1,5	—			198	1,5	—
160			1,5	—	200			1,5	—

Tabela 10.4 (continuare)

D i a m e t r e d e l a 202 m la 400 mm

Diametrul exterior, d			Pasul filetului, p	Diametrul exterior, d			Pasul filetului, p
Şirul 1	Şirul 2	Şirul 3	2	Şirul 1	Şirul 2	Şirul 3	2
		202	2			262	2
	205		2		265		2
		208	2			268	2
210			2	270			2
		212	2			272	2
	215		2		275		2
		218	2			278	2
220			2	280			2
		222	2			282	2
	225		2		285		2
		228	2			288	2
230			2	290			2
		232	2			292	2
	235		2		295		2
		238	2			298	2
240			2	300			2
		242	2			302	2
	245		2		305		2
		248	2			308	2
250			2	310			2
		252	2			312	2
	255		2		315		2
		258	2			318	2
260			2	320			2

Tabela 10.4 (continuare)

Diametrul filetului			Pasul filetului p	Înălţimea filetului H_1
exterior $d = D$	mediu D $d_2 = D_2$	interior $d_1 = D_1$		
10	9,026	8,376	1.5	0,812
11	10,026	9,376	(1,5)	0,812
12	10,863	10,106	1,75	0,947
14	12,701	11,835	2	1,083
16	14,701	13,835	2	1,083
18	16,376	15,294	2,5	1,353
20	18,376	17,294	2,5	1,353
22	20,376	19,294	2,5	1,353
24	22,501	20,752	3	1,624
27	25,051	23,752	3	1,624
30	27,727	26,211	3,5	1,894

Diametrele filetului			Pasul filetului p	Înălţimea filetului H_1
exterior $D = d$	mediu $D_2 = d_2$	interior $D_1 = d_1$		
33	30,727	29,211	3,5	1,894
36	33,402	31,670	4	2,165
39	36,402	34,670	4	2,165
42	39,077	37,129	4,5	2,436
45	42,077	40,129	4,5	2,436
48	44,752	42,587	5	2,706
52	48,752	46,587	5	2,706
56	52,428	50,046	5,5	2,977
60	56,428	54,046	(5,5)	2,977
64	60,103	57,505	6	3,248
68	64,103	61,505	6	3,248

Observații la tabela 10.4. **1.** Profilul filetului, conform STAS 6371–73. **2.** Forma fundului filetului la piuliță deasupra diametrului $D = d$ poate fi teșită plan sau rotunjită. **3.** Forma fundului filetului la șurub, în spațiul limitat de diametrele $d_1 = D_1$ și d_3 (vezi figura de detaliu), poate fi teșită plan sau rotunjită cu $r = H/6 = 0{,}14434\ p$. **4.** Diametrele și pașii conform STAS 981–74. **5.** Filetele la care pasul este în paranteză se vor evita pe cît posibil.

Tabela 10.5. **Dimensiuni nominale ale filetelor metrice ISO de uz general (STAS 510–74)**

Diametrul nominal al filetului	Pas P	Dimensiuni nominale $D=d$	$D_2=d_2$	$D_1=d_1$
1,0	**0,25**	1,000	0,838	0,729
	0,2		0,870	0,783
1,1	**0,25**	1,100	0,938	0,829
	0,2		0,970	0,883
1,2	**0,25**	1,200	1,038	0,929
	0,2		1,070	0,983
1,4	**0,3**	1,400	1,205	1,075
	0,2		1,270	1,183
1,6	**0,35**	1,600	1,373	1,221
	0,2		1,470	1,383
1,8	**0,35**	1,800	1,573	1,421
	0,2		1,670	1,583
2,0	**0,4**	2,000	1,740	1,567
	0,25		1,838	1,729
2,2	**0,45**	2,200	1,908	1,713
	0,25		2,038	1,929
2,5	**0,45**	2,500	2,208	2,013
	0,35		2,273	2,121
3,0	**0,5**	3,000	2,675	2,459
	0,35		2,773	2,621
3,5	**0,6**	3,500	3,110	2,850
	0,35		3,273	3,121
4,0	**0,7**	4,000	3,545	3,242
	0,5		3,675	3,459
4,5	**0,75**	4,500	4,013	3,688
	0,5		4,175	3,959
5,0	**0,8**	5,000	4,480	4,134
	0,5		4,675	4,459
5,5	0,5	5,500	5,175	4,959
6,0	**1**	6,000	5,350	4,917
	0,75		5,513	5,188
	0,5		5,675	5,459

Diametrul nominal al filetului	Pas P	Dimensiuni nominale $D = d$	$D_2 = d_1$	$D_1 = d_1$
7,0	**1**	7,000	6,350	5,917
	0,75		6,513	6,188
	0,5		6,675	6,459
8,0	**1,25**	8,000	7,188	6,647
	1		7,350	6,917
	0,75		7,513	7,188
	0,5		7,675	7,459
9,0	**1,25**	9,000	8,188	7,647
	1		8,350	7,917
	0,75		8,513	8,188
	0,5		8,675	8,459
10,0	**1,5**	10,000	9,026	8,379
	1,25		9,188	9,647
	1		9,350	8,917
	0,75		9,513	9,188
	0,5		9,675	9,459
11,0	**1,5**	11,000	10,026	9,376
	1		10,350	9,917
	0,75		10,513	10,188
	0,5		10,675	10,459
12,0	**1,75**	12, 000	10,863	10,106
	1,5		11,026	10,376
	1,25		11,188	10,647
	1		11,350	10,917
	0,75		11,513	11,188
	0,5		11,675	11,459
14,0	**2**	14,000	12,701	11,825
	1,5		13,026	12,376
	1,25		13,188	12,647
	1		13,350	12,917
	0,75		13,513	13,188
	0,5		13,675	13,459
15,0	1,5	15,000	14,026	13,376
	1		14,350	13,917

Tabela 10.5 (continuare)

Diametrul nominal al filetului	Pas P	Dimensiuni nominale $D = d$	$D_2 = d_2$	$D_1 = d_1$
16,0	**2**	16,000	14,701	13,835
	1,5		15,026	14,376
	1		15,350	14,917
	0,75		15,513	15,188
	0,5		15,675	15,459
17,0	1,5	17,000	16,026	15,376
	1		16,350	15,917
18,0	**2,5**	18,000	16,376	15,294
	2		16,701	15,835
	1,5		17,026	16,376
	1		17,350	16,917
	0,75		17,513	17,188
	0,5		17,675	17,459
20,0	**2,5**	20,000	18,376	17,294
	2		18,701	17,835
	1,5		19,026	18,376
	1		19,350	18,917
	0,75		19,513	19,188
	0,5		19,675	19,459
22,0	**2,5**	22,000	20,376	19,294
	2		20,701	19,835
	1,5		21,026	20,376
	1		21,350	20,917
	0,75		21,513	21,188
	0,5		21,675	21,459
24,0	**3**	24,000	22,051	20,752
	2		22,701	21,835
	1,5		23,026	22,376
	1		23,350	22,917
	0,75		23,513	23,188
25,0	2	25,000	23,701	22,835
	1,5		24,026	23,376
	1		24,350	23,917
26,0	1,5	26,000	25,026	24,376
27,0	**3**	27,000	25,051	23,752
	2		25,701	24,835
	1,5		26,026	25,376
	1		26,350	25,917
	0,75		26,513	26,188
28,0	2	28,000	26,701	25,835
	1,5		27,026	26,376
	1		27,350	26,917

Diametrul nominal al filetului	Pas P	Dimensiuni nominale $D = d$	$D_2 = d_1$	$D = d_1$
30,0	**3,5**	30,000	27,727	26,211
	3		28,051	26,752
	2		28,701	27,835
	1,5		29,026	28,376
	1		29,350	28,917
	0,75		29,513	29,188
32,0	2	32,000	30,701	29,835
	1,5		21,026	30,376
33,0	**3,5**	33,000	30,727	29,211
	3		31,051	29,752
	2		31,701	30,835
	1,5		32,026	31,376
	1		32,350	31,917
	0,75		32,513	32,188
35,0	1,5	35,000	34,026	33,376
36,0	**4**	36,000	33,402	31,670
	3		34,051	32,752
	2		34,701	33,835
	1,5		35,026	34,376
	1		35,350	34,917
38,0	1,5	38,000	37,026	36,376
39,0	**4**	39,000	36,402	34,670
	3		37,051	35,752
	2		37,701	36,835
	1,5		38,026	37,376
	1		38,350	37,917
40,0	3	40,000	38,051	36,752
	2		38,701	37,835
	1,5		39,026	38,376
42,0	**4,5**	42,000	39,077	37,129
	4		39,402	37,670
	3		40,051	38,752
	2		40,701	39,835
	1,5		41,026	30,376
	1		41,350	40,917
45,0	**4,5**	45,000	42,077	40,129
	4		42,402	40,670
	3		43,051	41,752
	2		43,701	42,835
	1,5		44,026	43,376
	1		44,350	43,917

Tabela 10.5 (continuare)

Diametrul nominal al filetului	Pas P	Dimensiuni nominale		
		$D = d$	$D_2 = d_2$	$D_1 = d_1$
48,0	5	48,000	44,752	42,587
	4		45,402	43,670
	3		46,051	44,752
	2		46,701	45,835
	1,5		47,026	46,376
	1		47,350	46,917
50,0	3	50,000	48,051	46,752
	2		48,701	47,835
	1,5		49,026	48,376
52,0	5	52,000	48,752	46,587
	4		49,402	47,670
	3		50,051	48,752
	2		50,701	49,835
	1,5		51,026	50,376
	1		51,350	50,917
55,0	4	55,000	52,402	50,670
	3		53,051	51,752
	2		53,701	52,835
	1,5		54,026	53,376
56,0	5,5	56,000	52,428	50,046
	4		53,402	51,670
	3		54,051	52,752
	2		54,701	53,835
	1,5		55,026	54,376
	1		55,350	54,917
58,0	4	58,000	55,402	53,670
	3		56,051	54,752
	2		56,701	55,835
	1,5		57,026	56,376
60,0	5,5	60,000	56,428	54,046
	4		57,402	55,670
	3		58,051	56,752
	2		58,701	57,835
	1,5		59,026	58,376
	1		59,350	58,917
62,0	4	62,000	59,402	57,670
	3		60,051	58,752
	2		60,701	59,835
	1,5		61,026	60,376

Diametrul nominal al filetului	Pas P	Dimensiuni nominale		
		$d = D$	$D_2 = d_2$	$D_1 = d_1$
64,0	6	64,000	60,103	57,505
	4		61,402	59,670
	3		62,051	60,752
	2		62,701	61,835
	1,5		63,026	62,376
	1		63,350	62,917
65,0	4	65,000	62,402	60,670
	3		63,051	61,752
	2		63,701	62,835
	1,5		64,026	63,376
68,0	6	68,000	64,103	61,505
	4		65,402	63,670
	3		66,051	64,752
	2		66,701	65,835
	1,5		67,026	66,376
	1		67,350	66,917
70,0	6	70,000	66,103	63,505
	4		67,402	65,670
	3		68,051	66,752
	2		68,701	67,835
	1,5		69,026	68,376
72,0	6	72,000	68,103	65,505
	4		69,402	67,670
	3		70,051	68,752
	2		70,701	69,835
	1,5		71,026	70,376
	1		71,350	70,917
75,0	4	75,000	72,402	70,670
	3		73,051	71,752
	2		73,701	72,835
	1,5		74,026	73,376
76,0	6	76,000	72,103	69,505
	4		73,402	71,670
	3		74,051	72,752
	2		74,701	73,835
	1,5		75,026	74,376
	1		75,350	74,917
78,0	2	78,000	76,701	75,835
80,0	6	80,000	76,103	73,505
	4		77,402	75,670
	3		78,051	76,752
	2		78,701	77,835
	1,5		79,026	78,376
	1		79,350	78,917

Tabela 10.5 (continuare)

Diametrul nominal al filetului	Pas P	Dimensiuni nominale		
		$D = d$	$D_2 = d_2$	$D_1 = d_1$
82,0	2	82,000	80,701	79,835
85,0	6	85,000	81,103	78,505
	4		82,402	80,670
	3		83,051	81,752
	2		83,701	82,835
	1,5		84,026	83,376
90,0	6	90,000	86,103	83,505
	4		87,402	85,670
	3		88,051	86,752
	2		88,701	87,835
	1,5		89,026	88,376
95,0	6	95,000	91,103	88,505
	4		92,402	90,670
	3		93,051	91,752
	2		93,701	92,835
	1,5		94,026	93,376
100,0	6	100,000	96,103	93,505
	4		97,402	95,670
	3		98,051	96,752
	2		98,701	97,835
	1,5		99,026	98,376
105,0	6	105,000	101,103	98,505
	4		102,402	100,670
	3		103,051	101,752
	2		103,701	102,835
	1,5		104,026	103,376
110,0	6	110,000	106,103	103,505
	4		107,402	105,670
	3		108,051	106,752
	2		108,701	107,835
	1,5		109,026	108,376
115,0	6	115,000	111,103	108,505
	4		112,402	110,670
	3		113,051	111,752
	2		113,701	112,835
	1,5		114,026	113,376
120,0	6	120,000	116,103	113,505
	4		117,402	115,670
	3		118,051	116,752
	2		118,701	117,835
	1,5		119,026	118,376

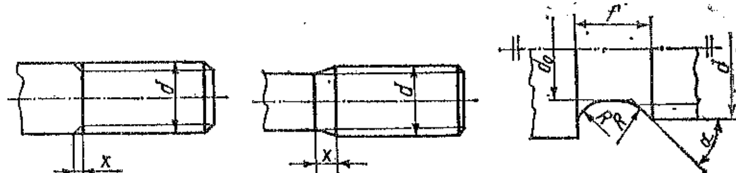
Diametrul nominal al filetului	Pas P	Dimensiuni nominale		
		$D = d$	$D_2 = d_2$	$D_1 = d_1$
125,0	6	125,000	121,103	118,505
	4		122,402	120,670
	3		123,051	121,752
	2		123,701	122,835
	1,5		124,026	123,376
130,0	6	130,000	162,103	123,550
	4		172,402	125,670
	3		128,051	126,752
	2		128,701	127,835
	1,5		129,026	128,376
135,0	6	135,000	131,103	128,505
	4		132,402	130,670
	3		133,051	131,752
	2		133,701	132,835
	1,5		134,026	133,376
140,0	6	140,000	136,103	133,505
	4		137,402	135,670
	3		138,051	136,752
	2		138,701	137,835
	1,5		139,026	138,376
145,0	6	145,000	141,103	138,505
	4		142,402	140,670
	3		143,051	141,752
	2		143,701	142,835
	1,5		144,026	143,376
150,0	8	150,000	144,804	141,340
	6		146,103	143,505
	4		147,402	145,670
	3		148,051	146,752
	2		148,701	147,835
	1,5		149,026	148,376
155,0	6	155,000	151,103	148,505
	4		152,402	150,670
	3		153,051	151,752
	2		153,701	152,835
160,0	8	160,000	154,804	151,340
	6		156,103	153,505
	4		157,402	155,670
	3		158,051	156,752
	2		158,701	157,835
165,0	6	165,000	161,103	158,505
	4		162,402	160,670
	3		163,051	161,752
	2		163,701	162,835

Tabela 10.5 (continuare)

Diametrul nominal al filetului	Pas P	Dimensiuni nominale		
		$D = d$	$D_2 = d_2$	$D_1 = d_1$
170,0	8	170,000	164,804	161,340
	6		166,103	163,505
	4		167,402	165,670
	3		168,051	166,752
	2		168,701	167,835
175,0	6	175,000	171,103	168,505
	4		172,402	170,670
	3		173,051	171,752
	2		173,701	172,835
180,0	8	180,000	174,804	171,340
	6		176,103	173,505
	4		177,402	175,670
	3		178,051	176,752
	2		178,701	177,835
185,0	6	185,000	181,103	178,505
	4		182,402	180,670
	3		183,051	181,752
	2		183,701	182,835
190,0	8	190,00	184,804	181,340
	6		186,103	183,505
	4		187,402	185,670
	3		188,051	186,752
	2		188,701	187,835
195,0	6	195,000	191,103	188,505
	4		192,402	190,670
	3		193,051	191,752
	2		193,701	192,835
200,0	8	200,000	194,804	191,340
	6		196,103	193,505
	4		197,402	195,670
	3		198,051	196,752
	2		198,701	197,835
205,0	6	205,000	201,103	198,505
	4		202,402	200,670
	3		203,051	201,752
210,0	8	210,000	204,804	201,340
	6		206,103	203,505
	4		207,402	205,670
	3		208,051	206,752
215,0	6	215,000	211,103	208,505
	4		212,402	210,670
	3		213,051	211,752
220,0	8	220,000	214,804	211,340
	6		216,103	213,505
	4		217,402	215,670
	3		218,051	216,752
225,0	6	225,000	221,103	218,505
	4		222,402	220,670
	3		223,051	221,752
230,0	8	230,000	224,804	221,340
	6		226,103	223,505
	4		227,402	225,670
	3		228,051	226,752
235,0	6	235,000	231,103	228,505
	4		232,402	230,670
	3		233,051	231,752
240,0	8	240,000	234,804	231,340
	6		236,103	233,505
	4		237,402	235,670
	3		238,051	236,752
245,0	6	245,000	241,103	238,505
	4		242,402	240,670
	3		243,051	241,752
250,0	8	250,000	244,804	241,340
	6		246,103	243,505
	4		247,402	245,670
	3		248,051	246,752
255,0	6	255,000	251,103	248,505
	4		252,402	250,670
	3		253,051	251,752
260,0	8	260,000	254,804	251,340
	6		256,103	253,505
	4		257,402	255,670
	3		258,051	256,752
265,0	6	265,000	261,103	258,505
	4		262,402	260,670
	3		263,051	261,752
270,0	8	270,000	264,804	261,340
	6		266,103	263,505
	4		267,402	265,670
	3		268,051	266,752
275,0	6	275,000	271,103	268,505
	4		272,402	270,670
	3		723,051	271,752
280,0	8	280,000	274,804	271,340
	6		276,103	273,505
	4		277,402	275,670
	3		278,051	276,752
285,0	6	285,000	281,103	278,505
	4		282,402	280,670
	3		283,051	281,752
290,0	8	290,000	284,804	281,340
	6		286,103	283,505
	4		287,402	285,670
	3		288,051	286,752
295,0	6	295,000	291,103	288,505
	4		292,402	290,670
	3		293,051	291,752
300,0	8	300,000	294,840	291,340
	6		296,103	293,505
	4		297,402	295,670
	3		298,051	296,752
310,0	6	310,000	306,103	303,505
	4		307,402	305,670
320,0	8	320,000	314,804	311,340
	6		316,103	313,505
	4		317,402	315,670
330,0	6	330,000	326,103	323,505
	4		327,402	325,670
340,0	8	340,000	334,804	331,340
	6		336,103	333,505
	4		337,402	335,670
350,0	6	350,000	346,103	343,505
	4		347,402	345,670
360,0	8	360,000	354,804	351,340
	6		356,103	353,505
	4		357,402	355,670
370,0	6	370,000	366,103	363,505
	4		367,402	365,670
380,0	8	380,000	374,804	371,340
	6		376,103	373,505
	4		377,402	375,670
390,0	6	390,000	386,103	383,505
	4		387,402	385,670
400,0	8	400,000	394,804	391,340
	6		396,103	393,505
	4		397,402	395,670
410,0	6	410,000	406,103	403,505
420,0	8	420,000	414,804	411,340
	6		416,103	413,505
430,0	6	430,000	426,103	423,505
440,0	8	440,000	434,804	431,340
	6		436,103	433,505
450,0	6	450,000	446,103	443,505
460,0	8	460,000	454,804	451,340
	6		456,103	453,505
470,0	6	470,000	466,103	463,505
480,0	8	480,000	474,804	471,340
	6		476,103	473,505
490,0	6	490,000	486,103	484,505
500,0	8	500,000	494,804	491,340
	6		496,103	493,505
510,0	6	510,000	506,103	503,505
520,0	8	520,000	514,804	511,340
	6		516,103	513,505
530,0	6	530,000	526,103	523,505
540,0	8	540,000	534,804	531,340
	6		536,103	533,505
550,0	6	550,000	546,103	543,505
560,0	8	560,000	554,804	551,340
	6		556,103	553,505
570,0	6	570,000	566,103	563,505
580,0	8	580,000	574,804	571,340
	6		576,103	573,505
590,0	6	590,000	586,103	583,505
600,0	8	600,000	594,804	591,340
	6		596,103	593,505

Tabela 10.6. **Ieşirea şi degajarea filetului metric (STAS 3508/1—70)**

Ieşirea şi degajarea filetului metric exterior

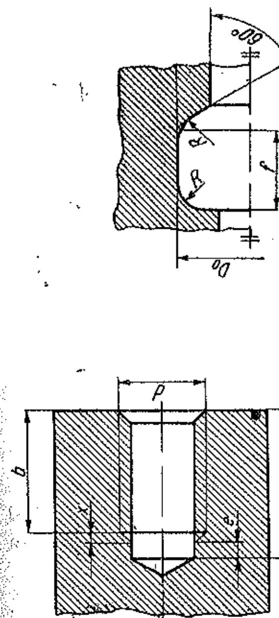


Dimensiuni în mm

Filet d: Filet metric cu pasul p	Filet d: Filet metric normal	Ieşirea filetului: normală, x max.	Ieşirea filetului: scurtă, x max.	Degajarea filetului: R ≈	Degajarea filetului: d_0 h13	Degajarea filetului: normală, f max.	Degajarea filetului: scurtă, f max.
0,20	—	0,5	0,25	0,1	$d-0,3$	0,6	0,4
0,25	M1 ; M1,1 ; M1,2	0,6	0,3	0,12	$d-0,4$	0 8	0,5
0,30	M1,4	0,8	0,4	0,16	$d-0,5$	0,9	0,6
0,35	M1,6 ; M1,8	0,8	0,4	0,2	$d-0,6$	1,1	0,7
0,40	M2	1	0,5	0,2	$d-0,7$	1,2	0,8
0,45	M2,2 ; M2,5	1	0 5	0,2	$d-0,7$	1,4	0,9
0,5	M3	1,2	0,6	0,3	$d-0,8$	1,5	1
0,6	M3,5	1,6	0,8	0,3	$d-1$	1,8	1,2
0,7	M4	1,6	0,8	0,4	$d-1,1$	2,1	1,4
0,75	M4,5	2	1	0,4	$d-1,2$	2,3	1,5
0,8	M5	2	1	0,4	$d-1,3$	2,4	1,6
1	M6 ; M7	2,5	1,2	0,5	$d-1,6$	3	2
1,25	M8 ; M9	3	1,6	0,6	$d-2$	3,8	2,5
1	M10 ; M11	3,5	1,8	0,8	$d-2,3$	4,5	3
1,75	M12	4	2	1	$d-2,6$	5,3	3,5
2	M14 ; M16	5	2,5	1	$d-3$	6	4
2,5	M18 ; M20 ; M22	6	3	1,2	$d-3,6$	7,5	5
3	M24 ; M27	7	3,5	1,6	$d-4,4$	9	6
3,5	M30 ; M33	8	4	1,6	$d-5$	10,5	7
4	M36 ; M39	10	5	2	$d-5,7$	12	8
4,5	M42 ; M45	11	5,5	2	$d-6,4$	13,5	9
5	M48 ; M52	12	6	2,5	$d-7$	15	10
5,5	M56 ; M60	13	6,5	3	$d-7,7$	16,5	11
6	M64 ; M68	15	7,5	3	$d-8,3$	18	12

Observaţii. a) *Indicaţii privind utilizarea ieşirii filetului*: **1.** I e ş i r e a n o r m a l ă se prescrie în mod curent. **2.** Forma ieşirii filetului, la filetele exterioare depinde de tehnologia de prelucrare. **3.** I e ş i r e a s c u r t ă se prescrie în cazuri speciale, ţinînd seama în special de considerente de montaj sau constructive. **4.** I e ş i r e a l u n g ă, la filetele interioare, se prescrie atunci cînd se filetează găuri înfundate cu tarodul dintr-o singură trecere sau cînd se filetează materiale greu aşchiabile (cu rezistenţă înaltă). b) *Indicaţii privind utilizarea degajării filetului*: **5.** D e g a j a r e a n o r m a l ă se prescrie în mod curent. **6.** La filetele exterioare, forma degajării filetului şi unghiul α depinde de tehnologia de prelucrare. **7.** D e g a j a r e a s c u r t ă se prescrie în cazuri speciale, ţinînd seama în special de considerente de montaj sau constructive, ca de exemplu la şuruburile cu degajare sub cap.

Tabela 10.6 (continuare). **Ieşirea şi degajarea filetului metric interior**



Dimensiuni în mm

Filet d: Filet metric fin cu pasul p	Filet d: Filet metric normal	Ieşirea filetului: normală, x max.	Ieşirea filetului: normală, e min.	Ieşirea filetului: scurtă, x max.	Ieşirea filetului: scurtă, e min.	Ieşirea filetului: lungă, x max.	Ieşirea filetului: lungă, e min.	Degajarea filetului: R ≈	Degajarea filetului: D_0 H13	Degajarea filetului: normală, f max.	Degajarea filetului: scurtă, f max.
0,20	—	0,4	0,6	—	—	—	—	—	—	—	—
0,25	M1 ; M1,1 ; M1,2	0,5	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—
0,30	M1,4	0,6	1	—	—	—	—	—	—	—	—
0,35	M1,6 ; M1,8	0,7	1	—	—	—	—	—	—	—	—
0,40	M2	0,8	1	0,6	0,8	1,6	1	—	—	—	—
0,45	M2,2 ; M2,5	0,9	1,6	0,6	1	1,8	1,6	—	—	—	—
0,5	M3	1	1,8	0,8	1,2	2	1,8	0,5	$d+0,3$	2	1
0,6	M3,5	1,2	1,8	0,8	1,2	2,4	1,8	0,5	$d+0,3$	2,4	1,2
0,7	M4	1,5	2	1	1,4	2,8	2	0,6	$d+0,3$	2,8	1,4
0,75	M4,5	1,5	2	1	1,4	3	2	0,6	$d+0,3$	3	1,5
0,8	M5	1,6	2	1,2	1,4	3,2	2	0,6	$d+0,3$	3,2	1,6
1	M6 ; M7	2	2,5	1,5	1,6	4	2,5	0,8	$d+0,5$	4	2
1,25	M8 ; M9	2,5	2,5	1,8	1,6	5	2,5	1	$d+0,5$	5	2,5
1,5	M10 ; M11	3	2,5	2	1,6	6	2,5	1	$d+0,5$	6	3
1,75	M12	3,5	2,5	2,5	1,6	7	2,5	1	$d+0,5$	7	3,5
2	M14 ; M16	4	2,5	3	1,6	8	2,5	1,2	$d+0,5$	8	4
2,5	M18 ; M20 ; M22	5	2,5	3,5	1,6	10	2,5	1,6	$d+0,5$	10	5
3	M24 ; M27	6	2,5	4	1,6	12	2,5	2	$d+0,5$	12	6
3,5	M30 ; M33	7	3	5	2	14	3	2	$d+0,5$	14	7
4	M36 ; M39	8	3	6	2	16	3	2	$d+0,5$	16	8
4,5	M42 ; M45	9	3	6	2	18	3	2,5	$d+0,5$	18	9
5	M48 ; M52	10	3	7	2	20	3	2,5	$d+0,5$	20	10
5,5	M56 ; M60	11	4	8	3	22	4	3	$d+0,5$	22	11
6	M64 ; M68	12	4	9	3	24	4	3	$d+0,5$	24	12

Profilul filetului pentru țevi este același triunghi isoscel cu unghiul la vîrf de 55°, pe care-l are și filetul în inci normal.

Pasul filetului în inci pentru țevi este mai mic decît la filetul în inci normal și se exprimă prin relația: $p = 25{,}4/z$.

De aici rezultă că numărul pașilor pe inci $z = 25{,}4/p$.

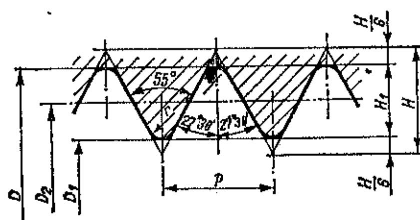
La filetul cilindric pasul este distanța măsurată paralel la axa țevii, între două flancuri consecutive avînd aceeași înclinație; la filetul conic, pasul este proiecția pe axa țevii a distanței între două flancuri consecutive de aceeași înclinație măsurată paralel cu mantaua conului.

Dimensiunile teoretice ale acestui filet sînt redate în tabela 10.7.

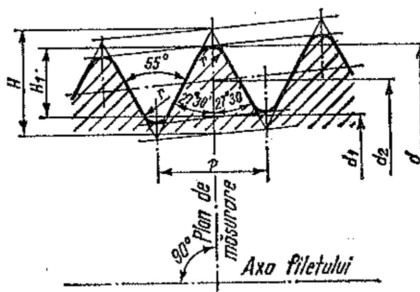
Tabela **10.7. Filet pentru țevi cu etanșare în filet (STAS 402—68)**

Filetul pentru țevi cu etanșare în filet se folosește numai la țevile filetate și la piesele care se asamblează direct cu țevile filetate (fitinguri, armături, flanșe filetate etc.).

Filet cilindric interior



Filet conic exterior
Conicitate 1:16 (6,25 %)



$$p = \frac{25{,}4}{z}$$
$$H = 0{,}960491p$$
$$H_1 = 0{,}640327p$$
$$r = 0{,}137329p$$

$$p = \frac{25{,}4}{z}$$
$$H = 0{,}960237p$$
$$H_1 = 0{,}640327p$$
$$r = 0{,}137278p$$

Notarea filetului cuprinde simbolul filetului, precedat la filetul conic de litera K și urmat de cel cilindric de litera J (simbolizînd, similar cu sistemul de toleranțe ISO, existența abaterilor simetrice la diametrele filetului).

Exemplu de notare a unui filet exterior G 3/4: KG 3/4

Exemplu de notare a unui filet interior G 3/4: G 3/4 J

Tabel 10.7 (continuare)

Dimensiuni în mm

Simbolul filetului	Diametrele nominale corespunzătoare ale țevilor, fitingurilor etc.	Diametrele filetului în planul de măsurare: exterior $d = D$	mediu $d_2 = D_2$	interior $d_1 = D_1$	Pasul filetului p	Numărul de pași pe 25,4 mm	Înălțimea filetului H_1	Raza de racordare $r \approx$
G1/8	6	9,728	9,147	8,566	0,907	28	0,581	0,12
G1/4	8	13,157	12,301	11,445	1,337	19	0,856	0,18
G3/8	10	16,662	15,806	14,950	1,337	19	0,856	0,18
G1/2	15	20,955	19,793	18,631	1,814	14	1,162	0,25
G3/4	20	26,441	25,279	24,117	1,814	14	1,162	0,25
G 1	25	33,249	31,770	30,291	2,309	11	1,479	0,32
G 1 1/4	32	41,910	40,431	38,952	2,309	11	1,479	0,32
G 1 1/2	40	47,803	46,324	44,845	2,309	11	1,479	0,32
G 2	50	59,614	58,135	56,656	2,309	11	1,479	0,32
G 2 1/2	65	75,184	73,705	72,226	2,309	11	1,479	0,32
G 3	80	87,884	86,405	81,926	2,309	11	1,479	0,32
G 3 1/2	—	100,330	98,851	97,372	2,309	11	1,479	0,32
G 4	100	113,030	111,551	110,072	2,309	11	1,479	0,32
G 5	125	138,430	136,951	135,472	2,309	11	1,479	0,32
G 6	150	163,830	162,351	160,872	2,309	11	1,479	0,32

Observații. 1. Bisectoarea unghiului profilului la filetul conic este perpendiculară pe axa filetului. 2. Pasul la filetul conic se măsoară paralel cu axa filetului. 3. Simbolul filetului este convențional: valoarea exprimată de el (în inci) corespunde diametrului nominal al țevii, care la origine reprezenta diametrul interior al acesteia. 4. Filet pentru țevi fără etanșare în filet (filet cilindric exterior și interior), conform STAS 8130—68.

2.3. FILETUL TRAPEZOIDAL

Acest filet înlocuiește cu succes filetul pătrat și dreptunghiular, care prezintă o serie de dezavantaje în construcția și funcționarea pieselor filetate.

Filetul trapezoidal prezintă avantajul de a putea fi frezat și nu numai strunjit, ceea ce nu se poate realiza la filetul pătrat.

Baza filetului fiind mare, asigură filetului o rezistență mai mare decît la filetul pătrat și deci poate rezista în condiții bune la eforturi axiale mari în ambele sensuri.

Profilul de bază al filetelor trapezoidale ISO este profilul teoretic, comun pentru filetul exterior și filetul interior, pe baza căruia se definesc profilul nominal al filetului exterior și cel al filetului interior.

Elementele și dimensiunile profilului de bază sînt prezentate în fig. 10.4 și tabela 10.8; cu notațiile: D — diametrul exterior al filetului interior; d — diametrul exteror al filetului exterior D_2 — diametrul mediu al filetului interior; d_2 — diametrul mediu al filetului exterior; D_1 — diametrul interior al filetului interior; d_1—dia-

metrul interior al filetului exterior ; p = pasul filetului ; H — înălţimea triunghiului generator al filetului ; H_1 — înălţimea profilului de bază

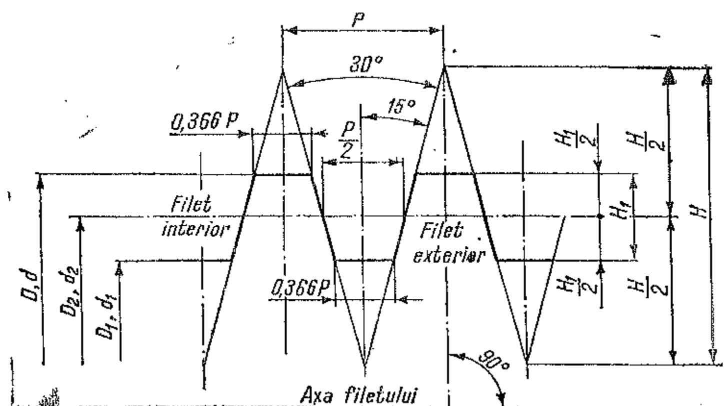


Fig. 10.4. Profilul de bază al filetelor trapezoidale ISO.

Profilele nominale ale filetului exterior şi cel al filetului interior sînt profilele care definesc dimensiunile nominale ale filetului (diametrul exterior, diametrul mediu şi diametrul interior).

Elementele şi dimensiunile profilului nominal ale filetului exterior şi ale filetului interior sînt prezentate în fig. 10.5 şi tabela 10.9.

Diametrele nominale şi paşii corespunzători sînt arătate în STAS 2114/2-75.

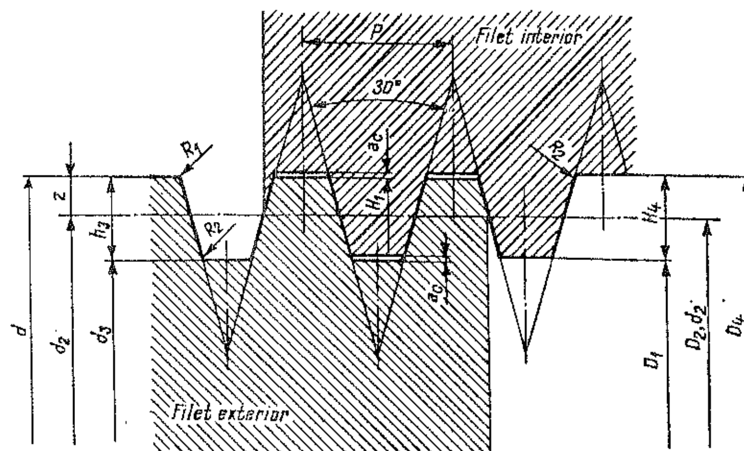


Fig. 10.5.

Tabela 10.8. **Dimensiunile profilului de bază la filetele trapezoidale ISO (STAS 2114/1-75)**

Dimensiuni în mm

P	H	$H/2$	H_1	0,366 P
	1,866 P	0,933 P	0,5 P	
1,5	2,799	1,400	0,75	0,549
2	3,732	1,866	1	0,732
3	5,598	2,799	1,5	1,098
4	7,464	3,732	2	1,464
5	9,330	4,665	2,5	1,830
6	11,196	5,598	3	2,196
7	13,062	6,531	3,5	2,562
8	14,928	7,464	4	2,928
9	16,794	8,397	4,5	3,294
10	18,660	9,330	5	3,660
12	22,392	11,196	6	4,392
14	26,124	13,062	7	5,124
16	29,856	14,928	8	5,856
18	33,588	16,794	9	6,588
20	37,320	18,660	10	7,320
22	41,052	20,526	11	8,052
24	44,784	22,392	12	8,784
28	52,248	26,124	14	10,248
32	59,712	29,856	16	11,712
36	67,176	33,588	18	13,176
40	74,640	37,320	20	14,640
44	82,104	41,052	22	16,104

Tabela 10.9. **Dimensiunile profilului nominal la filetele trapezoidale ISO (STAS 2114/1-75)**

Dimensiuni în mm

P	a_c	$H_4 = h_3$	R_1 max	R_2 max.
1,5	0,15	0,9	0,075	0,15
2		1,25		
3	0,25	1,75	0,125	0,25
4		2,25		
5		2,75		
6		3,5		
7		4		
8	0,5	4,5		0,5
9		5	0,25	
10		5,5		
12		6,5		
14		8		
16		9		
18		10		
20		11		
22		12		
24	1	13	0,5	1
28		15		
32		17		
36		19		
40		21		
44		23		

Dimensiunile nominale ale filetelor trapezoidale ISO sînt indicate în STAS 2114/3-75.

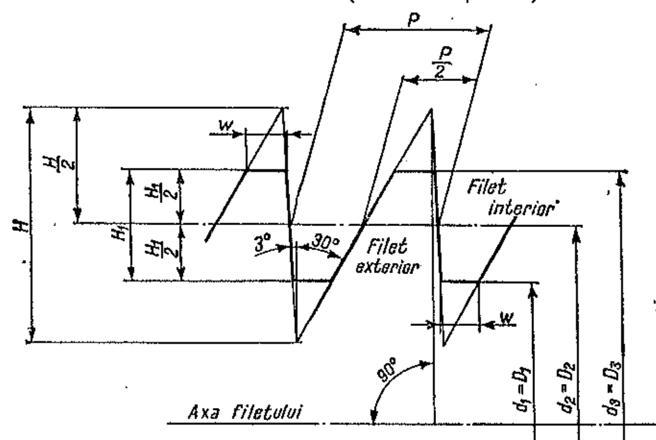
Notarea filetului trapezoidal cu un singur început se face prin simbolul Tr urmat de valoarea diametrului nominal şi a pasului, exprimate în mm şi separate prin semnul x. Exemplu : Tr 60 × 9.

Filetul trapezoidal cu mai multe începuturi se notează prin simbolul Tr urmat de valoarea diametrului nominal şi a pasului elicei, separate prin semnul x, după care se indică simbolul P şi valoarea pasului. Exemplu : Tr 60 × 16 P9.

2.4. FILETUL FERĂSTRĂU

Filetul ferăstrău este caracterizat prin înclinarea unuia din flancurile filetului cu 60° faţă de axa sa şi cu 3° faţă de perpendiculara pe axă a celuilalt flanc (de presiune).

Tabela **10.10. Elementele și dimensiunile profilului de bază al filetului ferăstrău (STAS 2234/1–75)**



Dimensiuni în mm

Pas P	H $1{,}5878P$	$H/2$ $0{,}7939$	H_1 $0{,}75P$	w $0{,}26384P$
				0,52768
2	3,1756	1,5878	1,50	0,79152
3	4,7634	2,3817	2,25	1,05536
4	6,3512	3,1756	3,00	1,31920
5	7,9390	3,9695	3,75	1,58304
6	9,5268	4,7634	4,50	1,84688
7	11,1146	5,5573	5,25	2,11072
8	12,7024	6,3512	6,00	2,37456
9	14,2902	7,1451	6,75	2,63840
10	15,8780	7,9390	7,50	3,16608
12	19,0536	9,5268	9,00	3,69376
14	22,2292	11,1146	10,50	4,22144
16	25,4048	12,7024	12,00	4,74912
18	28,5804	14,2902	13,50	5,27680
20	31,7560	15,8780	15,00	5,80548
22	34,9316	17,4658	16,50	6,33216
24	38,1072	19,0653	18,00	7,38752
28	44,4584	22,2292	21,00	8,44288
32	50,8096	25,4048	24,00	9,49824
36	57,1608	28,5804	27,00	10,55360
40	63,5120	31,7650	30,00	11,60896
44	69,8632	34,9316	33,00	

Acest filet este folosit de obicei la arborii filetați conducători solicitați la sarcini axiale mari într-un singur sens, cum sînt de exemplu, arborii la presele cu șurub.

Datorită înclinării cu 3° a unui flanc față de perpendiculara la axa filetului, este posibilă prelucrarea acestuia nu numai prin strunjire ci și prin frezare. Pentru evitarea dificultăților de prelucrare, se lasă un joc axial de 0,2 mm.

Profilul de bază al filetelor ferăstrău este profilul teoretic, comun pentru filetul exterior și filetul interior, pe baza căruia se definesc profilul nominal al filetului exterior și cel al filetului interior (tabela 10.10).

Profilul nominal (tabela 10.11) al filetului exterior și cel al filetului interior sînt profilele care definesc dimensiunile nominale ale filetului (diametrul exterior, diametrul mediu și diametrul interior).

Dimensiunile nominale, diametrele nominale și *pașii* filetelor ferăstrău cu profile nominale conform STAS 2234/1-75 sînt

arătate în STAS 2234/2-75.

2.5. FILETUL ROTUND

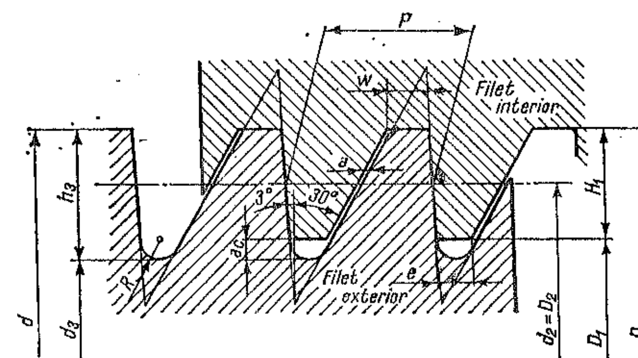
Profilul acestui filet se obține din arce de cerc racordate prin drepte înclinate care reprezintă flancurile filetului. Asemănător filetului trapezoidal, flancurile filetului rotund se intersectează sub un unghi de 30°.

Acest filet se folosește în general la axele filetate pentru ventile, acuplările la gurile de incendiu, precum și la filetele pieselor expuse la deteriorări din cauza loviturilor cum sînt, de exemplu, cuplele vagoanelor de cale ferată.

Pînă în prezent sînt standardizate: filetul rotund normal și filetul rotund pentru șurubul și piulița cuplei de cale ferată normală (STAS 610-74).

Filetul rotund normal pentru ga-

Tabela **10.11. Elementele și dimensiunile profilului nominal al filetului ferăstrău (STAS 2234/1–75)**



$d = D$ = diametrul nominal al filetului

$D_1 = d - 2H_1 = d - 1{,}5P$

$D_2 = d_2 = d - H_1 = d - 0{,}75P$

$d_1 = d - 2h_3$

$H_1 = 0{,}75P$

$h_3 = H + a = 0{,}867\,77P$

$a_c = 0{,}117\,77P$

$a = 0{,}1\sqrt{P}$

$w = 0{,}263\,84P$

$e = w - a$

$R = 0{,}124\,27P$

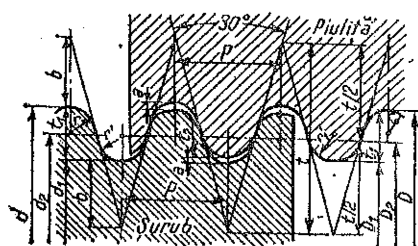
Dimensiuni în mm

P	a_c	a	e	h_3	R
2	0,236	0,1414	0,386	1,736	0,249
3	0,353	0,1732	0,618	2,603	0,373
4	0,471	0,2	0,855	3,471	0,497
5	0,589	0,2236	1,096	4,339	0,621
6	0,707	0,2449	1,338	5,207	0,746
7	0,824	0,2646	1,582	6,074	0,870
8	0,942	0,2828	1,828	6,942	0,994
9	1,060	0,3	2,075	7,810	1,118
10	1,178	0,3162	2,322	8,678	1,243
12	1,413	0,3464	2,820	10,413	1,491
14	1,649	0,3742	3,320	12,149	1,740
16	1,884	0,4	3,821	13,884	1,988
18	2,120	0,4243	4,325	15,620	2,237
20	2,355	0,4472	4,830	17,355	2,485
22	2,591	0,4690	5,335	19,091	2,734
24	2,826	0,4899	5,842	20,826	2,982
28	3,298	0,5292	6,858	24,298	3,480
32	3,769	0,5657	7,877	27,769	3,977
36	4,240	0,6	8,898	31,240	4,474
40	4,711	0,6325	9,921	34,711	4,971
44	5,182	0,6633	10,946	38,182	5,468

ma diametrelor de 8—200 mm este standardizat prin STAS 668-49 (tabela 10.12).

Profilul filetului este format din arce de cerc pentru fundul şi vîrful filetului, racordate între ele prin tangenta lor; cele două tangente formează între ele un unghi de 30°.

Tabela 10.12. **Filet rotund normal**
Diametre de la 8 la 200 mm
(STAS 668—49)
Dimensiuni în mm



$p = \frac{25,4}{z}$

$t = 1,866\ 03\ p$
$t_1 = 0,5\ p$
$t_2 = 0,083\ 50p$

$a = 0,05p$
$b = 0,683\ 01p$

$r = 0,283\ 51\ p$
$r'_1 = 0,2555579\ p$
$r' = 0,221\ 05\ p$

$d_2 = d - t_1$
$d_1 = d - 2t_1$

$D = d + 2a$
$D_2 = d_2$
$D_2 = D - 2t_1$

d — diametrul nominal = diametrul exterior al filetului (la şurub).

Diametrele filetului					Numărul de paşi pe ţol	Pasul	Înălţimea filetului	Jocul	Razele		
şurub		mediu	piuliţă						şurub	piuliţă	
exterior	interior		exterior	interior							
d	d_1	d_2	D	D_1	z	p	t_1	$2a$	r	r'_1	r'
(8)	5,460	6,730	8,254	5,714							
(9)	6,460	7,730	9,254	6,714	**10**	**2,540**	1,270	0,254	0,606	0,650	0,561
10	7,460	8,730	10,254	7,714							
(12)	9,460	10,730	12,254	9,714							
(14)	10,825	12,412	14,318	11,142							
(16)	12,825	14,412	16,318	13,142							
(18)	14,825	16,412	18,318	15,142							
20	16,825	18,412	20,318	17,142							
22	18,825	20,412	22,318	19,142							
24	20,825	22,412	24,318	21,142							
(26)	22,825	24,412	26,318	23,142	**8**	**3,175**	1,588	0,318	0,757	0,813	0,702
28	24,825	26,412	28,318	25,142							
30	26,825	28,412	30,318	27,142							
32	28,825	30,412	32,318	29,142							
(34)	30,825	32,412	34,318	31,142							
36	32,825	34,412	36,318	33,142							
(38)	34,825	36,412	38,318	35,142							
40	35,767	37,883	40,423	36,190							
(42)	37,767	39,883	42,423	38,190							
(44)	39,767	41,883	44,423	40,190							
(46)	41,767	43,883	46,423	42,190	**6**	**4,233**	2,117	0,423	1,010	1,084	0,936
48	43,767	45,883	48,423	44,190							
(50)	45,767	47,883	50,423	46,190							

Tabela 10.12 (continuare)

Diametrul filetului					Numărul de paşi pe ţol	Pasul	Înălţimea filetului	Jocul	Razele		
şurub		mediu	piuliţă						şurub	piuliţă	
exterior	interior		exterior	interior							
d	d_1	d_2	D	D_1	z	p	t_1	$2a$	r	r'_1	r'
52	47,767	49,883	52,423	48,190							
55	50,767	52,883	55,423	51,190							
(58)	53,767	55,883	58,423	54,190							
60	55,767	57,883	60,423	56,190							
61	57,767	59,883	62,423	58,190							
65	60,767	62,883	65,423	61,190							
(68)	63,767	65,883	68,423	64,190							
70	65,767	67,883	60,423	66,190							
(72)	67,767	69,883	72,423	68,190							
75	70,767	72,883	75,423	71,190							
(78)	73,767	75,883	78,423	74,190							
80	75,767	77,883	80,423	76,190							
(82)	77,767	79,883	82,423	78,190	**6**	**4,233**	2,117	0,423	1,010	1,084	0,936
85	80,767	82,883	85,423	81,900							
(88)	83,767	85,883	88,423	84,190							
90	85,767	87,883	90,723	86,190							
(92)	87,767	89,883	92,423	88,190							
95	90,767	92,883	95,423	91,190							
(98)	93,767	95,883	98,423	94,190							
100	95,767	97,883	100,423	96,190							
(105)	98,650	101,825	105,635	99,285							
110	103,650	106,825	110,635	104,285							
(115)	108,650	111,825	115,635	109,285							
120	113,650	116,825	120,635	114,285							
(125)	118,650	121,825	125,635	119,285							
130	123,650	126,825	130,635	124,285							
(135)	128,650	131,825	135,635	129,285							
140	133,650	136,825	140,635	134,285							
(145)	138,650	141,825	145,635	139,285							
150	143,650	146,825	150,635	144,285	**4**	**6,350**	3,175	0,635	1,515	1,625	1,404
(155)	148,650	151,825	155,635	149,285							
160	153,650	156,825	160,635	154,285							
(165)	158,650	161,825	165,635	159,285							
170	163,650	166,825	170,635	164,285							
(175)	168,650	171,825	175,635	169,285							
180	173,650	176,825	180,635	174,285							
(185)	178,650	181,825	185,635	179,285							
190	183,650	186,825	190,635	184,285							
(195)	188,650	191,825	195,635	189,285							
200	193,650	196,825	200,635	194,285							

Observaţii. **1.** Diametrele din paranteze se vor evita pe cît posibil. Ţolul este considerat la valoarea 1" = 25,4 mm. **2.** Exemplu de denumire prescurtată a unui filet rotund normal cu diametrul exterior d = 70 mm şi 6 paşi pe ţol: pentru filet dreapta; Rd 70; pentru filet stînga: Rd 70 stg. **3.** La piesele care sînt prevăzute cu filet dreapta şi stînga se adaugă specificarea dr pentru filetul dreapta.

Capitolul **11**

PRELUCRĂRI PRIN ŞTANŢAREA ŞI AMBUTISAREA LA RECE

1. ALEGEREA ŞI CROIREA MATERIALULUI

Pentru ştanţarea la rece se folosesc table, platbande, benzi şi semifabricate special decupate.

Platbandele au de obicei lăţimi pînă la 200 mm şi lungimi de 2 000 mm. Benzile se livrează în rulouri, cu lăţimi diferite pînă la 600 mm şi cu lungimi de cîţiva zeci de metri; lungimea unei benzi din material subţire, în rulou, ajunge pînă la 300 m.

Dintre metalele neferoase, cuprul, alama şi aluminiul sînt cele mai des folosite, deoarece au o plasticitate foarte ridicată şi permit astfel confecţionarea pieselor prin ambutisare (tragere), profilare, gîtuire etc.

Pentru piesele ambutisate din oţel, se folosesc table de oţel decapate pentru ambustisare conform STAS 1988-65, cu simbolul TDA, precum şi benzi de oţel laminat la rece, conform STAS 1945-73.

La produsele care necesită tablă cositorită (de exemplu, bidoane, cutii de conserve, diferite piese şi ambalaje, executate prin ştanţare), se recomandă cositorită decapată pentru ambutisare tabela cu simbolul TCA.

Pentru piesele executate din tablă de cupru, materialul recomandat pentru operaţiile de ambustisare sînt benzile de cupru conform STAS 427-73, şi discurile de cupru, conform STAS 2673-68.

Produsele de alamă se pot confecţiona din tabele de alamă, conform STAS 289-73, benzi de alamă conform STAS 290-73, sau discuri de alamă, conform STAS 2674-67, cu următoarele indicaţii privind calitatea:

— Am60 şi Am63 cu gradul de duritate tare (t) şi jumătate tare (1/2 t) pentru operaţii de ştanţare prin tăiere;

— Am63 cu gradul de duritate moale (m) pentru operaţii de ambutisare;

— Am70, Am85 şi Am90 cu gradul de duritate moale (m) pentru operaţii de ambutisare adîncă.

Pentru piesele ambutisate din aluminiu, se folosesc table de aluminiu, conform STAS 428-66 şi discuri de aluminiu conform STAS 2675-68, cu gradul de duritate moale (m).

În ce priveşte forma, dimensiunile şi toleranţele acestora, materialul, trebuie să satisfacă normele standardelor respective. De asemenea suprafaţa metalului trebuie să fie perfect netedă, fără cute, crăpături, zgîrieturi adînci, exfolieri, precum şi complet lipsită de arsuri, rugină şi orice incrustaţii sau incluziuni nemetalice, atît înainte cît şi după ştanţare.

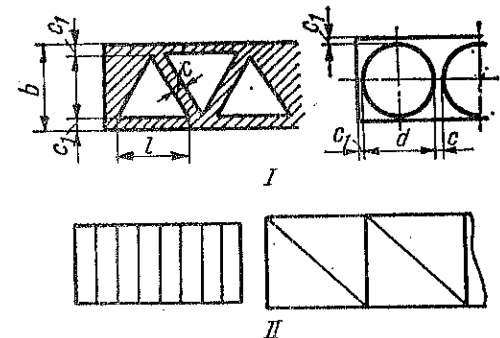


Fig. 11.1. Croirea materialului prin ştanţare cu intervale (*I*) şi fără intervale (*II*):
d – diametrul piesei; *c* – intervalul dintre piese; c_1 – intervalul dintre piesă şi marginea benzii; *b* – lăţime benzii; *l* – lungimea piesei.

Materialul trebuie uns, în special la operaţiile de ambutisare şi de calibrare, cu lubrifianţi speciali, iar la ştanţarea prin tăiere (decupare, perforare, crestare etc.) se unge de obicei poansonul cu ulei de maşini.

Pentru reducerea la minimum a deşeurilor de material, trebuie realizată o repartizare raţională a pieselor pe bandă şi a benzii pe tablă.

După procedeul de ştanţare, croirea se face cu intervale şi fără intervale (fig. 11.1).

După sistemul de aşezare a pieselor de ştanţat pe bandă, croirea se poate face: drept, înclinat, în opoziţie, în mai multe rînduri şi combinat (fig. 11.2).

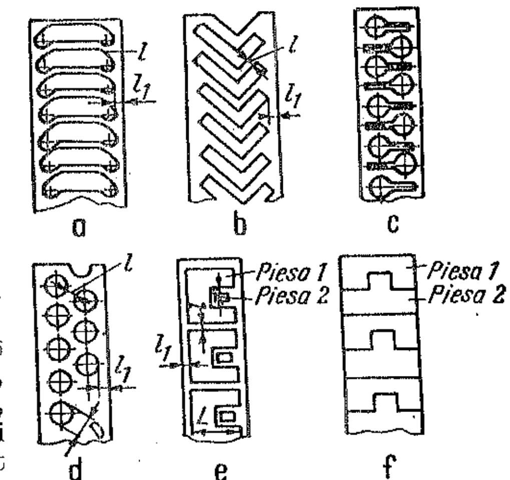


Fig. 11.2. Croirea materialului după procedeul aşezării pieselor:
a – drept; *b* – oblic; *c* – în opoziţie; *d* – în mai multe rînduri; *e* şi *f* – combinat; *l* – intervalul dintre piese; l_1 – intervalul dintre piesă şi margine

Croirea cu intervale se recomandă la ştanţarea pieselor al căror contur, format din diferite linii, se încadrează în clasele 5–7 de precizie. Croirea fără intervale se utilizează la ştanţarea pieselor cu conturul format din linii drepte, la care se cere clasa a 8-a sau

a 9-a de precizei, condițiile privitoare la calitatea marginilor fiind puțin pretențioase.

În ce privește lățimea l a intervalului dintre piesele care se ștanțează și lățimea l_1 dintre piesă și marginea benzii, acestea variază în funcție de grosimea și caracteristicile mecanice ale materialului, de dimensiunile piesei, precum și de mijlocul de avans și de fixare a benzii. Valorile lățimilor l și l_1 — pentru tabla de oțel, la ștanțele normale, cu avans manual, sînt arătate în tabela 11.1. Pentru ștanțe simple $l = l_1 = 5$ mm, pentru grosimea materialului $g \leqslant 2$ mm și 6 mm pentru $g \geqslant 2$ mm. Dacă ștanțarea se face cu avans automat pentru, valorile din tabelă se ia coeficientul de corecție de 0,8—0,9.

Pentru alte materiale, valorile din tabela 11.1 se multiplică cu un coeficient a cărui valoare este:

1—1,1 pentru bronz laminat și alamă tare;

1—1,2 pentru duraluminiu;

1,2 pentru alamă moale;

1,3—1,4 pentru aluminiu;

1,5—2 pentru piele, hîrtie, carton etc.

Tabela 11.1. **Valorile lui l și l_1 pentru table de oțel, la ștanțele normale, cu avansmanu al**

Grosimea materialului a, mm	Lățimea intervalului	Lungimea laturii L, respectiv diametrul D al piesei de ștanțat (fig. 11.2) mm				
		10	10—50	50—100	100—150	150—200
0,5	l	1,5	2,0	3,0	3,5	4,0
	l_1	1,8	2,4	3,6	4,0	4,6
1,0	l	1,0	1,75	2,0	2,5	3,0
	l_1	1,2	2,0	2,4	3,0	3,6
1,5	l	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
	l_1	1,8	2,4	3,0	3,6	4,2
2,0	l	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
	l_1	2,4	3,0	3,6	4,0	4,6
2,5	l	2,0	3,0	3,5	4,0	4,5
	l_1	2,4	3,6	4,0	4,6	5,2
3,0	l	2,4	3,5	4,0	4,5	5,0
	l_1	2,4	4	4	5,2	6,0

2. DATE PRIVITOARE LA TEHNOLOGIA ȘTANȚĂRII

2.1. DIMENSIUNI MINIME LA DECUPAREA ȘI PERFORAREA PIESELOR

La perforare, dimensiunile găurilor care se pot obține depind de forma acestora și de caracteristicile mecanice ale materialului care se ștanțează. În tabela 11.2 sînt indicate dimensiunile admisibile ale găurilor, în table de oțel moale și de alamă cu grosimi de 1 mm, pentru prelucrări cu ștanțe normale, prevăzute cu poansoane avînd suprafața de lucru plană.

La decuparea pieselor prevăzute în exterior cu proeminențe și scobituri (fig. 11.3), este necesar ca b și h să satisfacă condițiile:

$$b \geqslant 1{,}5\ g \text{ și } h \geqslant 1{,}5\ g.$$

Cînd găurile în piese sînt cu proeminențe (fig. 11.4), trebuie să fie satisfăcute relațiile: $b \geqslant g$ și $h \geqslant g$.

Dacă în benzi se perforează mai multe găuri, trebuie ca distanțele minime dintre marginile acestora sau dintre marginile găurilor și marginile piesei să aibă cel puțin valorile indicate în tabela 11.3.

Pentru o execuție mai ușoară și o durabilitate mai mare a ștanțelor, este necesar ca laturile conturului decupat al piesei să se îmbine între ele prin curbe line cu raze mai mari. Astfel, pentru laturile care se intersectează sub un unghi $\alpha > 90°$, se recomandă ca raza de curbură a conturului exterior să fie $r \geqslant 0{,}25\ g$ (g fiind grosimea tablei) și $r \geqslant 0{,}5\ g$ pentru $\alpha \leqslant 90°$; în situația unui contur interior, se ia $r \geqslant 0{,}3\,g$ pentru $\alpha \geqslant 90°$ și $r \geqslant 0{,}6\ g$ pentru $\alpha \leqslant 90°$.

Tabela 11.2. **Dimensiunile minime admisibile ale găurilor la perforarea tablei de oțel moale și alamă de 1 mm grosime**

Forma găurii	Schița găurii	Dimensiunea minimă admisibilă
Cerc		$D \geqslant g$
Pătrat		$L \geqslant 0{,}9g$
Dreptunghi		$b \geqslant 0{,}7$ g
Dreptunghi rotunjit la capete		$b \geqslant 0{,}6\ g$

2.2. DIMENSIUNI MINIME LA ÎNDOIREA PIESELOR

La îndoirea pieselor, este necesar ca înălțimea h a aripii îndoite să fie mai mare decît dublul grosimii g a materilului, adică $h > 2g$ (fig.11.5). În caz contrar este necesar să se execute în prea-

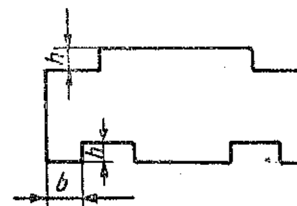


Fig. 11.3.

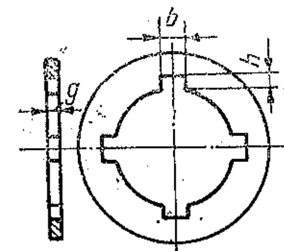


Fig. 11.4.

Tabela 11.3. **Distanțele minime între marginile găurilor**

Grosimea materialului mm	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0
Distanțele minime, mm	2,0	3,0	3,5	4,5	5,0	5,0	6,0	6,0

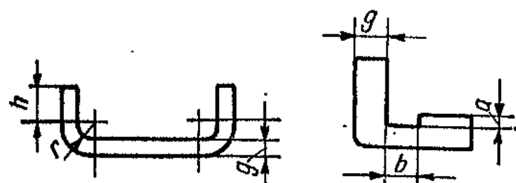


Fig. 11.5.

Fig. 11.6

labil canale (fig. 11.6) cu dimensiunile $a = (0,1\ldots0,3)\ g$, însă maximum 0,3 mm, iar $b = 2\ldots3$ mm, și apoi se îndoaie; o altă soluție constă în confecționarea piesei cu aripi mai lungi, care să se frezeze ulterior după îndoire.

Pentru asigurarea condițiilor optime de îndoire, este necesar ca razele de curbură să nu depășească anumite valori minime, care depind de grosimea și caracteristicile mecanice ale materialului, de unghiul de îndoire și de direcția liniei de îndoire față de direcția de laminare. Raza minimă admisibilă r, la îndoirea pieselor de tablă, este dată de relația: $r = c \cdot g$, în care coeficientul c are valorile indicate în tabela 11.4.

Tabela 11.4. **Valorile coeficientului c pentru piese de tablă îndoite la 90° pe direcția laminării**

Materialul	Cupru	Alamă	Aluminiu	Oțel			
				OLC 10	OL 34	OL 42	inoxidabil
Coeficientul c	0,25	0,25	0,3	0,35	0,5	0,6	2

2.3. FORȚE NECESARE LA DECUPARE ȘI PERFORARE

Forța necesară pentru decuparea sau perforarea unui contur cu ajutorul unei ștanțe, a cărei placă tăietoare și al cărei poanson au fețele de lucru plane, se determină cu relația:

$$F = l_c \cdot g \cdot \tau,$$

în care: F este forța necesară pentru decupare sau perforare, în kgf;
l_c — lungimea conturului de decupat (perforat), în mm;
g — grosimea materialului în mm;
τ — rezistența la forfecare a materialului, în kgf/mm².

Rezistența la forfecare τ, pentru diferite materiale, se stabilește în raport cu rezistența la rupere σ_r a acestora, după relațiile indicate în tabela 11.5.

Pentru materialele nemetalice, rezistența la forfecare are valorile: $\tau = 7$ kgf/mm² pentru celuloid, $\tau = 10$ kgf/mm² pentru textolit și $\tau = 11$ kgf/mm² pentru fibră.

Tabela 11.5. **Rezistența la forfecare τ pentru diferite materiale**

Materialul	τ kgf/mm²	Materialul	τ kgf/mm²
Alamă	$0,28\sigma_r + 17$	Cupru	$0,75\ \sigma_r$
Duraluminiu	$0m,23\ \sigma_r + 17$	Nichel	$0,75\ \sigma_r$
Aluminiu	$0,75\ \sigma_r$	Oțel moale	$0,55\ \sigma_r + 11$

La scoaterea piesei de pe poansonul ștanțelor de decupat sau perforat, cu aruncător, este necesară o forță F_1 a cărei valoare este dată de relația: $F_1 = k \cdot F$,
în care: F este forța necesară pentru decupare sau perforare;
k — un coeficient a cărui valoare este egală cu 0,02 pentru conture rotunde, cu 0,03 pentru conture complexe și cu 0,04 pentru perforarea mai multor găuri.

Valoarea coeficientului k este invers proporțională cu mărimea jocului și tinde spre zero cînd jocul tinde spre o valoare egală cu grosimea materialului.

2.4. JOCUL DINTRE PLACA TĂIETOARE ȘI POANSON LA DECUPARE ȘI PERFORARE

Pentru piesele decupate sau perforate din table subțiri ($g < 1,5$ mm), valoarea minimă a jocului dintre placa tăietoare și poanson se poate stabili cu formula: $j = m \cdot g$,
în care: j este jocul dintre placa tăietoare și poanson;
g — grosimea tablei;
m — un coeficient cu valoarea indicată în tabela 11.6.

Tabela 11.6. **Valoarea coeficientului m pentru diferite materiale**

Materialul	m	Materialul	m
Oțel OL 34	1/20	Fibră	1/20—1/25
Oțel OL 37; OL 42	1/16	Textolit	1/20
Oțel OL 50; OL 60	1/14	Pertinax	1/25
Oțel OSC 7... OSC 12	1/12—1/10	Clingherit	1/20

În cazul decupării conturului exterior, dimensiunile piesei sînt egale cu cele ale plăcii tăietoare iar jocul se realizează prin reducerea dimensiunilor poansonului.

La perforarea găurilor, dimensiunile acestora sînt comune cu ale poansonului, iar jocul se realizează prin majorarea dimensiunilor plăcii tăietoare.

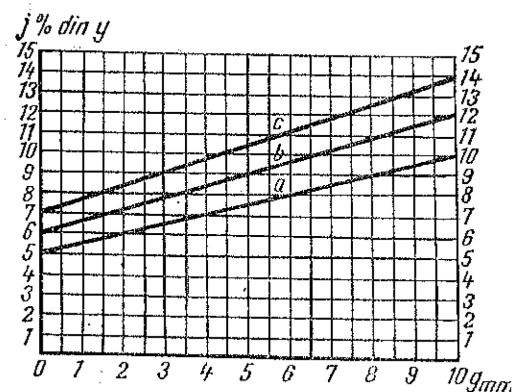


Fig. 11.7. Diagramă pentru determinarea jocului j:

a — pentru materiale moi; b — pentru oţeluri semidure şi metale neferoase ecruisate; c — pentru oţeluri dure.

Pentru materiale cu grosimi pînă la 10 mm, valoarea jocului se poate determina şi cu ajutorul diagramei din fig. 11.7. Pe axa absciselor sînt indicate grosimile materialelor, iar pe axa ordonatelor — valoarea jocului exprimată în procente din grosimea materialului.

Cifrele indicate sînt valori nominale ale jocurilor iniţiale pe ambele părţi; astfel, pentru poansoane cilindrice, jocul j reprezintă diferenţa dintre diametrele plăcii tăietoare şi poansonului.

2.5. DATE PENTRU AMBUTISARE

Pentru ambutisarea corpurilor cilindrice sau rotunde, se foloseşte un semifabricat plan (o platină circulară) cu diametrul d, din care, la prima operaţie, se obţine un cilindru cu diametrul d_1 şi apoi, prin trageri succesive, se reduce treptat diametrul la dimensiunea prescrisă d_n (fig. 11.8).

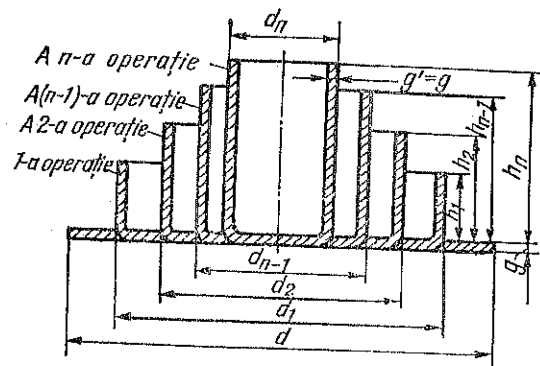


Fig. 11.8.

Numărul operaţiilor de ambutisare n pentru executarea unui cilindru cu dimensiunile d_n şi h_n dintr-un semifabricat plan cu diametrul d, fără subţierea materialului, se obţine din relaţia:

$$n = 1 + \frac{\lg d_n - \lg (m_0 d)}{\lg m'},$$

în care: $m_0 = \frac{d_1}{d}$ reprezintă coeficientul de ambutisare pentru prima operaţie de ambutisare din semifabricatul plan;

Tabela 11.7. **Valorile coeficienţilor de ambutisare m_0 şi m'**

Materialul	m_0		m'	
	Grosimea materialului care se ambutisează, mm			
	≤ 2,0	>2,0	≤2,0	>2,0
Tablă decapată pentru ambutisare obişnuită	0,58	—	0,78	—
Tablă de oţel pentru ambutisare adîncă	0,60	0,60	0,80	0,83
Alamă Am 63, cupru şi aluminiu	0,52	0,55	0,72	0,75
Duraluminiu	0,60	—	0,78	—

$m' = \frac{d_2}{d_1} = \frac{d_n}{d_{n-1}}$ reprezintă coeficientul de ambutisare pentru raţiile de ambutisare următoare.

Valorile coeficienţilor de ambutisare m_0 şi m' pentru metale sînt indicate în tabela 11.7. Pentru celuloid, piele şi carton, coeficientul de ambustisare $m_0=0,4$; în acest caz, pielea trebuie în prealabil încălzită (în grăsime) pînă la 200°C, celuloidul încălzit pînă la 200°C, iar cartonul se ambutisează în ştanţe încălzite la 120°C.

Numărul operaţiilor de ambutisare şi diametrele corespunzătoare ale vaselor ambutisate se pot deduce şi cu ajutorul diagramei din fig. 11.9, cu indicaţia că diagrama se referă în special la table de oţel moale decapat.

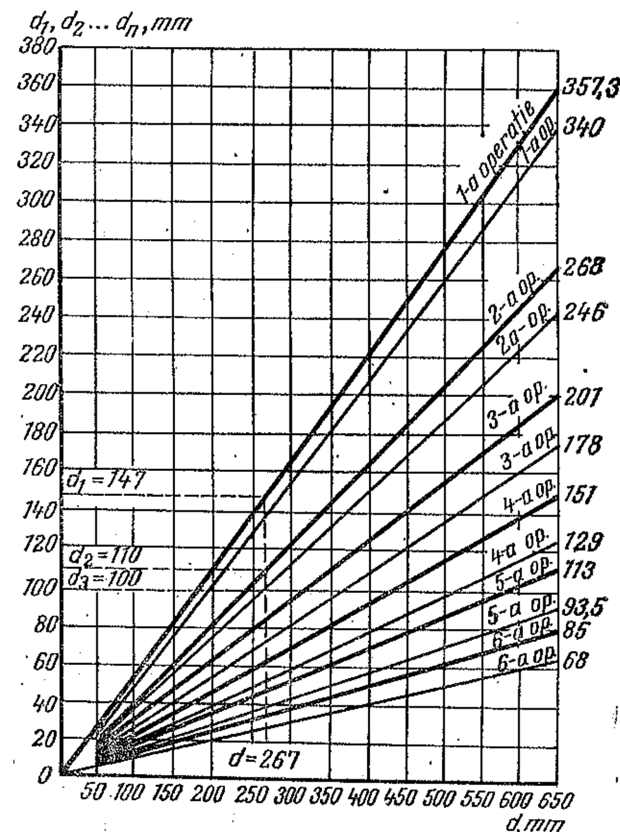


Fig.11.9. Prin liniile punctate s-a indicat exemplul pentru determinarea lui n cînd d = 267 mm şi diametrul final este 110 mm. Numărul operaţiilor de ambutisare (n = 2) se găseşte la intersecţia verticală 267 cu orizontala 110.

Modificarea grosimii peretelui la ambutisare variază astfel: la locurile de racordare se obţine o subţiere de 6—12% la prima ambutisare şi pînă la 20% la următoarele; la fundul piesei subţierea este neînsemnată; la capătul deschis al piesei ambutisate sau la marginea bordurii, grosimea peretelui are îngroşarea maximă, ajungînd pînă la 40%.

În tabela 11.8 sînt indicate formulele de calcul pentru determinarea diametrului D_s al semifabricatului în formă de disc, în funcţie de forma piesei ambutisate.

Tabela 11.8. **Diametrul discului semifabricat în funcţie de forma piesei ambutisate**

Denumirea piesei	Schiţa piesei	Formula pentru valoarea lui D_s
Corp cilindric, fără flanşă		$\sqrt{d^2+4dh}$
Corp cilindric, cu flanşă		$\sqrt{d'^2+4dh}$
Corp cilindric cu evazare conică		$\sqrt{d^2+4dh+2a(d+d')}$
Corp cilindric dublu, fără flanşă		$\sqrt{d^2+4(dh+d'h')}$
Corp conic, fără flanşă		$\sqrt{d^2+2a(d+d')}$

Tabela 11.8. **(continuare)**

Denumirea piesei	Schiţa piesei	Formula pentru valoarea lui D_s
Corp conic cu flanşă		$\sqrt{d^2+2a(d+d')+d''^2-d'^2}$
Corp cilindric, cu fund rotunjit, fără flanşă ($r>5g$)		$\sqrt{d^2+4d'h+6,28rd+8r^2}$
Corp cilindric cu fund rotunjit, cu flanşă ($r<5g$)		$\sqrt{d^2+4d'h+(d''^2-d'^2)}+$ $+\sqrt{6,28rd+8r^2}$
Emisferă		1,414 d
Emisferă cu margine cilindrică		$\sqrt{2d^2+4dh}$
Emisferă cu flanşă		$\sqrt{d^2+d'^2}$

Tabela 11.8 (continuare)

Denumirea piesei	Schiţa piesei	Formula pentru valoarea lui D_1
Calotă sferică		$\sqrt{b^2+4h^2}$ sau $\sqrt{8h}$

Observaţii: g reprezintă grosimea tablei.

2.6. DATE PENTRU RĂSFRÎNGEREA MARGINILOR UNEI PIESE

Diametrul d al găurii la o şaibă de tablă, ale cărei margini urmează a fi răsfrînte, se obţine cu ajutorul relaţiei :

$$d = D_1 - \pi\left(r + \frac{g}{2}\right) - 2h,$$

în care d, D_1, r, g şi h sînt dimensiunile indicate în fig. 11.10.

Relaţia între diametrul maxim admisibil D al găurii cu marginile răsfrînte şi diametrul d al găurii din semifabricat se stabileşte prin raportul $k_r = d/D$, în care k_r este coeficientul de răsfrîngere ce se stabileşte pe cale experimentală şi care caracterizează subţierea maximă admisibilă a peretelui răsfrînt.

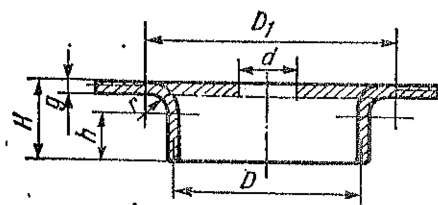


Fig. 11.10.

Pentru unele materiale valorile coeficientului k_r sînt arătate în tabela 11.9.

În ceea ce priveşte razele de curbură ale muchiilor matriţei sau poansonului, în cazul răsfrîngerii marginilor, se recomandă $r \approx 5g$ pentru materiale cu grosimea pînă la 2 mm şi $r \approx (1{,}5-2)\ g$ pentru grosimea peste 2 mm.

Tabela 11.9. **Valorile coeficientului k_r, pentru diferite materiale (normalizate)**

Denumirea materialului	k_r
Tablă cositorită	0,70
Tablă de oţel decapat pentru ambutisare	0,72
Tablă de oţel cu grosimea de 3–6 mm (cu alungirea de 20–25 %)	0,78
Tablă de alamă Am 63 cu grosimea de 0,5–6 mm	0,68
Tablă de aluminiu cu grosimea de 0,5–5 mm	0,70

În cazul răsfrîngerii marginilor unor piese prin mai multe operaţii de răsfrîngere cu recoaceri intermediare, valorile coeficientului k_r pot fi majorate cu 15–20% : $k_r' = (1{,}15\ldots1{,}20)k_r$.

Pentru găurile necilindrice, valoarea coeficientului k_r'' este dată de relaţia : $k_r'' = (0{,}90\ldots0{,}85)k_r$.

Forţa aproximativă pentru răsfrîngerea marginilor se determină cu ajutorul formulei empirice :

$$P = \pi \cdot D \cdot g \cdot \sigma_r \frac{x}{k_r},$$

în care : P este forţa pentru răsfrîngerea marginilor, în kgf ;
D — diametrul răsfrîngerii, în mm ;
g — grosimea materialului, în mm ;
k_r — coeficientul de răsfrîngere ;
σ_r — rezistenţa de rupere, în kgf/mm² ;
x — un coeficient, egal cu 0,2–0,3.

3. REGIM DE LUCRU

Vitezele pentru operaţiile de ambutisare a diferitelor materiale sînt indicate în tabela 11.10.

Tabela 11.10. **Viteze de ambutisare, m/min**

Denumirea materialului	Prese cu acţiune simplă	Prese cu acţiune dublă	Ambutisare cu subţiere
Oţel cu 0,8 % C	16,5	15	7,5
Oţel inoxidabil	—	9	—
Alamă	60	30	20
Cupru	45	25	—
Aluminiu	52	30	—

4. PRESE

Operaţiile de ştanţare la rece se execută de obicei la prese cu acţionare mecanică şi uneori la prese cu acţionare manuală.

După felul construcţiei, presele cu acţionare mecanică se clasifică în prese cu excentric, prese cu bielă-manivelă şi prese de fricţiune.

4.1. PRESĂ CU EXCENTRIC

Presa cu excentric este folosită de obicei pentru operaţii de ştanţare (decupare, ambutisare, perforare etc.) care necesită o cursă scurtă pentru deplasarea poansonului în timpul lucrului. Ea are la partea su-

perioară a batiului un excentric (fig. 11.11) care antrenează berbecul port-poanson prin intermediul unei manivele într-o mișcare rectilinie alternativă. Antrenarea arborelui cu excentric se realizează cu ajutorul unui motor. Presa are un volant pentru uniformizarea mișcării arborelui.

Pe ghidajele batiului se fixează masa de lucru care poate avea o deplasare verticală.

Pentru piese mici, se construiesc prese cu batiul inclinabil.

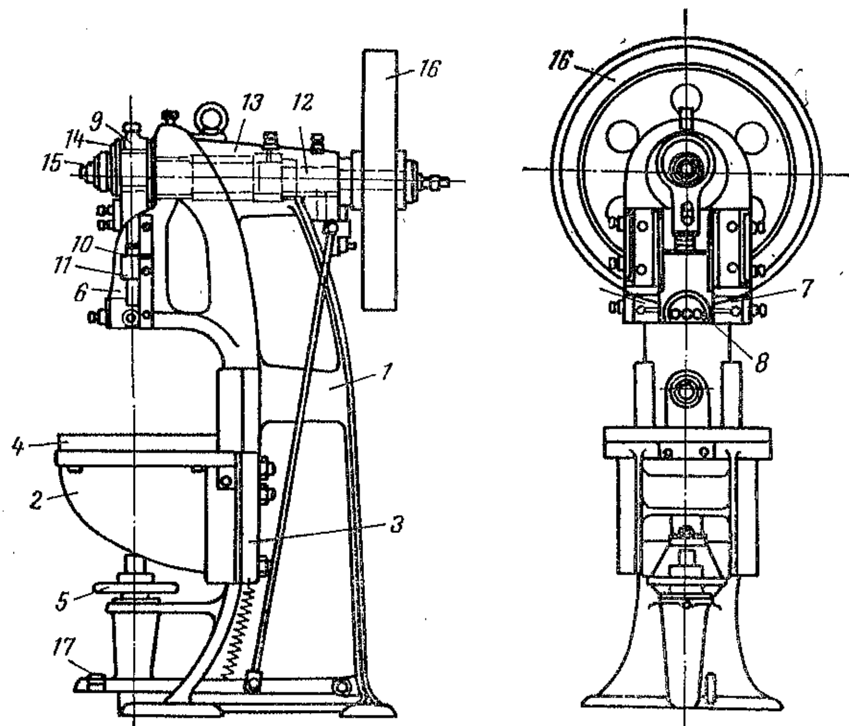


Fig. 11.11. Presă cu excentric:
1 — batiu; *2* — masă; *3* — fălci pentru fixarea masei; *4* — placă de prindere a matriței; *5* — dispozitiv de deplasare a mesei; *6* — berbec; *7* — ghidaje; *8* — capac de fixare a poansonului; *9* — capul bielei excentricului; *10* — piciorul bielei excentricului; *11* — lagărul piciorului bielei; *12* — arbore cu excentric; *13* — lagărul arborelui cu excentric; *14* — cuzinetul capului de bielă; *15* — dispozitiv de reglare a cursei; *16* — volant; *17* — pedală de comandă.

La Întreprinderea Mecanică Sibiu se construiesc următoarele prese cu excentric cu avans longitudinal intermitent (PAI) și cu avans cu role (PAR): PAI 16 și PAI 16—A de 16 tf, PAI 25 și PAI 25—A de 25 tf, PAI 63 și PAI 63—A de 63 tf, PAR 16 și PAR 16—A de 16 tf, PAR 25 și PAR 25—A de 25 tf.

4.2. PRESĂ CU BIELĂ-MANIVELĂ

Această presă are un arbore cotit care se cuplează cu berbecul presei printr-un mecanism de bielă-manivelă. Se folosește de obicei la operațiile de ștanțare care au nevoie de o cursă mai lungă decît a preselor cu excentric.

4.3. PRESĂ CU FRICȚIUNE

Presa cu fricțiune are un șurub pentru antrenarea căruia se folosește un mecanism de fricțiune. Ambele tipuri de prese sînt constituite din-tr-un batiu, o masă de lucru, organe de ghidare, mecanism de antrenare și organe de comandă.

Din cauză că apăsarea berbecului la capătul cursei utile se face prin lovituri bruște, aceste prese se folosesc la operații de îndoire și îndreptare a pieselor decupate.

La presele cu conuri de fricțiune este montat un volant tronconic, a cărui manta este îmbrăcată cu o împletitură de metal azbest (ferodo); volantul este fixat pe extremitatea șurubului care antrenează în mișcare rectilinie alternativă poansonul matriței. La partea superioară a presei, pe un arbore orizontal, sînt montate alte două conuri metalice, care cuplate pe rînd cu conul de pe șurub, îl rotesc spre dreapta sau spre stînga, respectiv în cursa activă sau în cursa în gol.

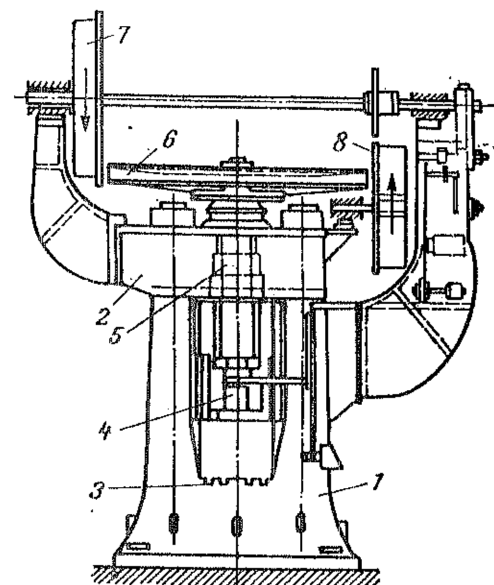


Fig. 11.12. Presă cu două discuri de fricțiune:
1 — batiu; *2* — traversă; *3* — masă de lucru; *4* — berbec; *5* — șurub de antrenare a berbecului; *6* — volant; *7* — disc pentru cursa activă; *8* — disc pentru cursa de mers în gol.

La presele cu discuri de fricțiune (fig. 11.12) construcția este aproximativ asemănătoare cu a preselor cu conuri de fricțiune, în locul conurilor fiind folosite discuri.

Capitolul **12**

METODE ÎNAINTATE DE PRELUCRARE

În acest capitol se arată cîteva din procedeele tehnologice moderne de prelucrare folosite în unele uzine din țara noastră și din alte țări, procedee care duc la creșterea productivității muncii, îmbunătățirea calității produselor și reducerea prețului de cost.

1. METODE ELECTROCHIMICE DE NETEZIRE

În ultimii ani au început să fie folosite din ce în ce mai mult metodele electrochimice de netezire a suprafețelor. Dintre aceste metode au o importanță deosebită lustruirea electrolitică, rodarea electrolitică și rectificarea electrolitică.

1.1. LUSTRUIREA ELECTROLITICĂ

Piesa care se prelucrează se așază pe anodul unei băi electrolitice.

Prin introducerea curentului electric de o anumită intensitate, se obține o dizolvare anodică a metalului pe suprafața care se prelucrează, dizolvare care este mai activă pe vîrfurile neregularităților și mai redusă la baza acestora. Prin această acțiune neregularitățile suprafeței se netezesc treptat.

Alegerea justă a electrolitului, a intensității curentului, a formei catodului și a timpului de menținere a piesei în baie asigură obținerea unei suprafețe foarte bine lustruite.

Ca neregularitățile de la prelucrările anterioare să dispară prin lustruire electrolitică este necesar ca înălțimea acestora să nu depășească o anumită valoare.

Metoda lustruirii electrolitice este folosită la netezirea tăișurilor sculelor, a paletelor turbinelor, a epruvetelor metalografice etc.

1,2. RODAREA ELECTROLITICĂ

În timp ce piesa care se prelucrează se găsește în baia electrolitică se introduce un curent electric de joasă tensiune atît prin piesă, cît și prin dispozitivul de rodat.

Electrolitul și curentul electric se aleg astfel, încît pe suprafața care se prelucrează, se formează în scurt timp o peliculă moale, care se îndepărtează ușor cu dispozitivul de rodat.

În prezent sînt construite mașini de rodat care lucrează după această metodă. Ele se folosesc în mod deosebit pentru netezirea sculelor cu tăișuri din carburi metalice.

1.3. RECTIFICAREA ELECTROLITICĂ

La rectificarea electrolititică piesa se conectează la polul pozitiv al unei surse de curent continuu, iar piatra de rectificat la polul negativ. Vîna de electrolit care atinge cu presiune suprafața activă a pietrei de rectificat umple cu electrolit spațiul dintre granulele de diamant ieșite în afară.

Prin acțiunea curentului electric care se scurge prin electrolit, de la piesa care se prelucrează înspre piatra de rectificat, porii pietrei constituie o serie de elemente electrochimice, care descompun metalul de pe suprafața piesei. Acțiunea de descompunere este proporțională cu intensitatea curentului electric.

Acest procedeu de prelucrare este folosit îndeosebi la rectificarea cilindrică și plană a pieselor din metale foarte dure și a celor cu pereți subțiri.

În comparație cu rectificarea obișnuită, rectificarea electrolitică are următoarele mari avantaje :

— rectificarea pieselor se realizează într-un timp mult mai scurt;

— uzura pietrelor de rectificat este mai mică deoarece din întreaga cantitate de metal îndepărtat de pe suprafața piesei ce se prelucrează, 90% este rezultatul acțiunii procesului electrochimic și numai 10% este eliminat de către granulele de diamant de pe suprafața activă a pietrei de rectificat.

2. SUPRAFINISAREA ȘI ECRUISAREA SUPRAFEȚELOR PRIN RULARE

Îmbunătățirea continuă a caracteristicilor funcționale ale mașinilor și agregatelor din ce în ce mai complexe impune pentru organele de mașini ce le compun calități deosebite în ce privește rezistența la oboseală, la uzură și coroziune.

Prelucrarea prin rulare este procedeul tehnologic modern, economic și simplu care asigură atît suprafinisarea suprafețelor pieselor, cît și mărirea rezistenței acestora.

Procedeul constă în presarea stratului superficial al piesei de prelucrat cu ajutorul unei sau mai multor role sau bile ce se rostogolesc pe suprafaţa piesei. Rezultatul acestei acţiuni, dacă presiunea de contact este mică, e netezirea perfectă a suprafeţei. Dacă presiunea de contact creşte în interiorul stratului superficial, apar deformaţii plastice cu atît mai adînci cu cît presiunea de contact este mai mare.

În stratul superficial se produce astfel o mărunţire şi îndesare a grăunţilor şi iau naştere tensiuni interne, care au ca efect mărirea rezistenţei şi micşorarea plasticităţii materialului. Acest efect este denumit *ecruisare*.

Prin mărirea gradului de netezire şi ecruisare a suprafeţelor în contact, uzura scade şi invers.

În urma ecruisării, în stratul superficial al piesei apar tensiuni remanente de compresiune, care măresc foarte mult rezistenţa la oboseală.

Datorită rulării, prin netezirea la un înalt grad a suprafeţei, vîrfurile asperităţilor sînt aplatisate complet. Suprafaţa de contact a piesei cu mediul se micşorează astfel foarte mult, ceea ce are ca efect o creştere importantă a rezistenţei la coroziune.

După această metodă pot fi ecruisate: fusurile osiilor de vagoane, arborii cotiţi, cămăşile de cilindri, bolţurile de pistoane, tijele supapelor etc.

Operaţia de rulare se realizează de obicei pe strunguri cu ajutorul unor dispozitive de rulat exterior, interior, plan sau profilat.

În fig. 12.1 este arătat un dispozitiv de rulare interior, cu bile.

Obţinerea diametrului dorit se realizează prin deplasarea axială a bilelor pe conul de reglaj (4) cu ajutorul piuliţei (9).

O metodă modernă de ecruisare care este utilizată din ce în ce mai mult este aceea care foloseşte forţa centrifugă a unor bile ce se pot mişca liber în canalele radiale ale unui disc care are o viteză periferică corespunzătoare.

În fig. 12.2 este arătată schema ecruisării suprafeţelor exterioare de revoluţie pe o maşină de rectificat exterior cilindric, iar în fig. 12.3 este dată schema ecruisării suprafeţelor interioare de revoluţie pe strung.

3. PRELUCRAREA PRIN SCÎNTEI ELECTRICE

Prelucrarea prin scîntei electrice numită şi electroeroziune constă în îndepărtarea unui anumit strat de material de pe piesa care se prelucrează cu ajutorul unor scîntei sau arcuri electrice ce se provoacă între această piesă şi un electrod vibrator de formă corespunzătoare.

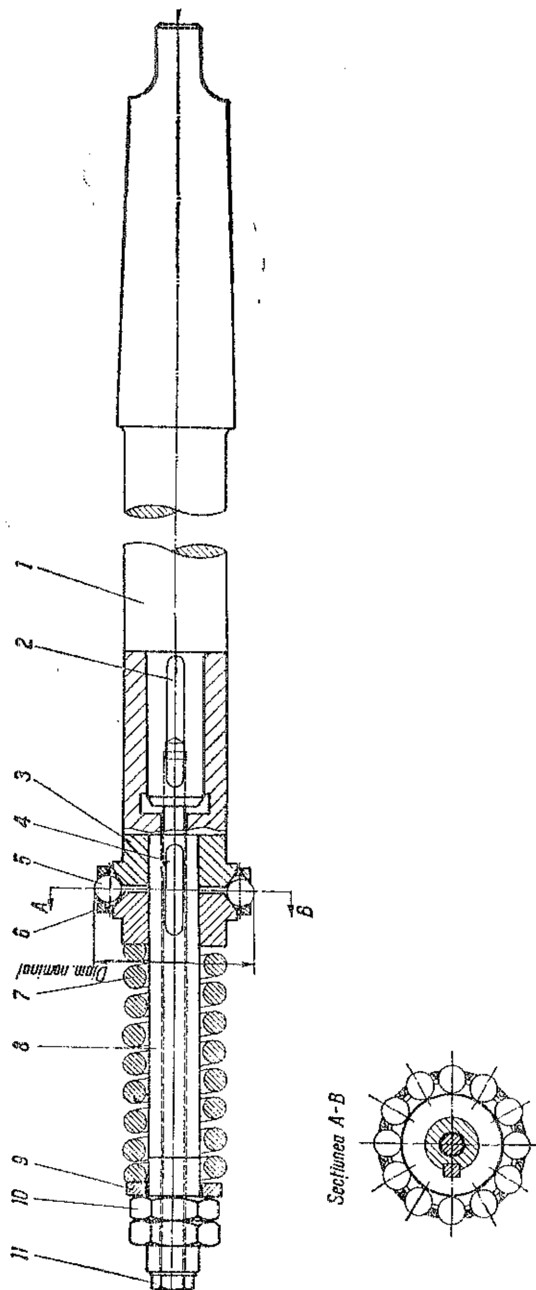


Fig. 12.1. Dispozitiv de rulat interior, cu bile:

1 – tijă; 2 – pană; 3 – cale de rulare; 4 – pană; 5 – bilă rulment; 6 – colivie; 7 – arc; 8 – dorn; 9 – şaibă; 10 – piuliţă; 11 – şurub.

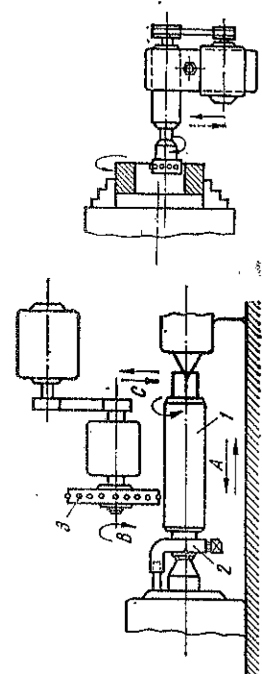


Fig. 12.2. Schema ecruisării suprafeţelor exterioare de revoluţie pe o maşină de reactificat exterior cilindric:

1 – piesă de prelucrat; 2 – inimă de antrenare; 3 – disc cu bile; A – direcţia avansului longitudinal; B – sensul mişcării de rotaţie; C – direcţia avansului transversal

Fig. 12.3. Schema ecruisării suprafeţelor interioare de revoluţie pe strung.

Scînteia, a cărei durată variază între o milionime şi o zecime de miime de secundă, se formează între anod şi catod, într-un lichid, în general petrol şi ulei, care are rolul de a concentra efectul scînteii şi de a antrena particulele desprinse.

La locul de străpungere şi de localizare a scînteii se produc temperaturi pînă la 10 000°C care fac să se topească şi să se vaporizeze orice metal. Metalul, sub formă de picături lichide, este aruncat de forţele de explozie care acţionează la locul descărcării.

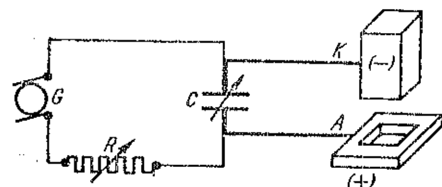


Fig. 12.4. Schema prelucrării cu scîntei electrice:
G – generator electric; R – rezistenţă electrică; C – condensator; A – piesa care se prelucrează (anodul); K – electrodul sculă (catodul).

Practic, prelucrarea cu scîntei electrice se realizează cu ajutorul a două circuite (fig. 12.4). Unul dintre circuite constă dintr-un generator şi un condensator *C* de capacitate constantă care se încarcă de la generator prin rezistenţa reglabilă *R*. Al doilea circuit, pe lîngă condensatorul menţionat, are un electrod constituit din piesa care se prelucrează (anodul) şi al doilea electrod, din scula vibratoare (catodul).

Electrodul-sculă, confecţionat în general din cupru sau alamă, vibrează axial în limitele a doi milimetri şi se apropie periodic de piesa de prelucrat, cînd, prin descărcarea condensatorului, se produc scînteile cu eliberare considerabilă de căldură, ce topeşte şi chiar vaporizează metalul, producînd pe suprafaţa prelucrată cratere minuscule în formă de calotă sferică.

Electroeroziunea se foloseşte de obicei pentru obţinerea unor piese cu profile complicate sau din materiale cu duritate foarte mare, cum sînt, de exemplu, diferitele matriţe, filiere, duze, scule pentru trefilare etc. din carburi metalice.

Metodele de executare a pieselor din carburi metalice cu ajutorul scînteilor electrice sînt următoarele:

— copierea directă a formei geometrice a sculei-electrod în piesa care se prelucrează;

— copierea inversă a formei geometrice a sculei-electrod în piesa care se prelucrează;

— decuparea piesei cu o sculă-electrod profilată;

— rectificarea.

Datorită precipitării hidrocarburilor din lichidul în care se produc scînteile electrice, se realizează o carburare a suprafeţei metalului prelucrat şi deci o duritate mai mare a stratului superficial.

Acest efect, dacă poate fi un inconvenient la unele organe de maşini, reprezintă un avantaj în cazul prelucrării sculelor.

Maşinile de prelucrat prin electroeroziune au ca părţi principale batiul, mecanismul de deplasare, generatorul de impulsuri, baia de lucru, instalaţia de pompare şi regulatorul de avans. În acelaşi scop se pot folosi cu unele modificări maşinile de găurit şi cele de frezat.

Prelucrarea prin scîntei electrice are în prezent un domeniu larg de aplicare, care asigură obţinerea unei productivităţi ridicate şi o precizie mare de prelucrare, la o serie întreagă de operaţii care nu pot fi realizate prin alte metode de prelucrare.

4. PRELUCRAEA PRIN ULTRASUNETE

Această metodă de prelucrare se realizează cu ajutorul unei scule *5* (fig. 12.5), care are o formă identică cu aceea care trebuie să se execute în piesa care se prelucrează. Scula fiind fixată de vibratorul *1* prin concentratorul *4*, execută în timpul lucrului o mişcare rectilinie alternativă, cu amplitudinea de cîteva sutimi de milimetru şi cu frecvenţă foarte mare. În apropierea sculei şi suprafeţei piesei *3* care se prelucrează este trimis un jet de lichid 2, apă sau ulei, cu praf abraziv în suspensie.

Granulele abrazive, sub acţiunea vibraţiilor ultrasonore, lovesc suprafaţa piesei care se prelucrează, cu o forţă de zeci de mii de ori mai mare decît greutatea lor proprie şi smulg astfel de pe suprafaţa piesei particule mici de metal. În funcţie de frecvenţa generatorului, fiecare particulă de abraziv execută 20—30 mii lovituri/s.

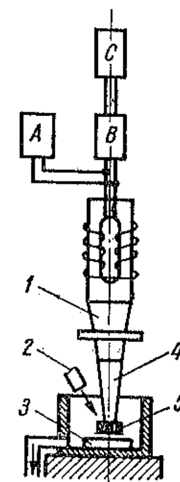


Fig. 12.5. Schema de principiu a prelucrării cu ajutorul ultrasunetelor:
A – redresor; B – generator oscilator; C – amplificator.

Pînă la concentraţia de 30% a granulelor abrazive în lichid, viteza de lucru, în mm/min creşte simultan cu creşterea concentraţiei. Ea descreşte cînd viscozitatea lichidului creşte şi de aceea lichidul recomandat în acest scop este apa naturală, apa distilată sau apa cu săpun.

Deşi scula nu are un rol activ în îndepărtarea particulelor de material de pe suprafaţa care se prelucrează a piesei, ea totuşi se uzează, şi pentru a obţine o precizie de prelucrare cît mai mare, este necesar să se facă minimum două treceri: una de degroşare şi alta de finisare. La operaţia de degroşare, cu praf abraziv cu granulaţie 12, cu amplitudinea oscilaţiei de 36 μ şi cu o apăsare a sculei de 0,9 kgf, se obţine o

rugozitate a suprafeței $R_{z max} = 25\ \mu$. Pentru operația de finisare, cu același regim de lucru, folosindu-se un praf abraziv mai fin, rugozitatea suprafeței scade la $R_{z max} = 2{,}5\ \mu$. Cu ajutorul acestei metode se poate obține o precizie de prelucrare pînă la 0,01 mm.

Productivitatea prelucrării carburilor metalice prin ultrasunete este, în general, influențată de granulația abrazivului, de concentrația lichidului cu abraziv în suspensie, de modul cum este condus lichidul în zona de așchiere, de adîncimea găurii care se prelucrează și de amplitudinea oscilațiilor.

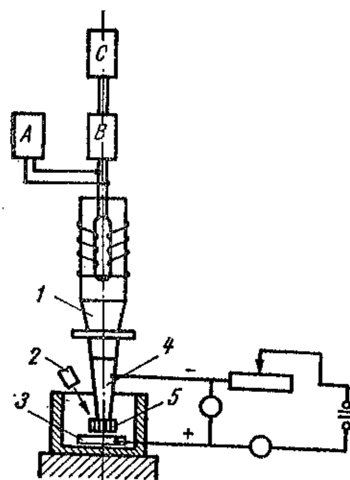


Fig. 12.6. Schema de principiu a prelucrării combinate cu ajutorul ultrasunetelor și al unui proces electrochimic de dizolvare anodică (semnificația notației reperelor este aceea din figura 12.5).

Astfel, productivitatea prelucrării crește prin micșorarea secțiunii sculei; din această cauză se folosesc scule tubulare. De asemenea, productivitatea crește cu mărirea amplitudinii oscilațiilor sculei. În ce privește adîncimea găurii, productivitatea prelucrării scade cînd adîncimea găurii crește.

Domeniul în care aplicarea acestei metode asigură o mare eficiență economică este cel de prelucrare a pieselor din materiale foarte dure și în special a celor din carburi metalice.

În cazul prelucrării metalelor tenace, folosirea acestei metode nu se recomandă deoarece are o productivitate scăzută.

Productivitatea prelucrării crește însă de 2—3 ori și uzura sculelor se micșorează de 2—4 ori, dacă se folosește prelucrarea combinată, prin completarea procedeului descris cu un proces electrochimic de dizolvare anodică.

În fig. 12.6 este arătată schema prelucrării combinate. Ea este o combinare a schemei din fig. 12.4 cu o sursă de curent electric continuu de 12—18 V. Polul pozitiv al acestei surse este prins la piesa care se prelucrează, iar cel negativ la sculă sau la concentrator. În electrolit, care poate fi o soluție clorură de sodiu (30%), se introduce praf abraziv în suspensie, cu o concentrație de 50%.

Filmul de oxizi ce se formează pe piesa care se prelucrează, datorită procesului electrochimic de dizolvare anodică, este îndepărtat treptat de granulele abrazive și procesul de îndepărtare a particulelor metalice de pe suprafața piesei continuă normal. Filmul de oxizi micșorează în același timp foarte mult forța de recul a granulelor abrazive pe suprafața sculei. Durabilitatea sculei și deci productivitatea

crește astfel de 2—4 ori în comparație cu prelucrarea obișnuită, numai cu ajutorul ultrasunetelor.

Productivitatea prelucrării combinate depinde de alegerea electrolitului și de densitatea curentului electric (A/cm²). Prin mărirea densității curentului pînă la o anumită valoare, productivitatea crește; dacă această limită este depășită, se îndepărtează particule de material și de pe porțiunile suprafeței care nu trebuie prelucrată.

5. PRELUCRAREA CU AJUTORUL PLASMEI

În ultimul timp, o nouă metodă care are o utilizare tot mai mare în tehnica prelucrărilor cu arc electric este utilizarea arcului de tăiere penetrant, la care îndepărtarea metalului din suprafața tăiată se realizează cu ajutorul unui arc concentrat și al unui jet de plasmă.

Pentru obținerea plasmei se trece un jet puternic de gaze nobile (argon, xenon, kripton, hidrogen sau heliu) printr-un arc electric puternic între electrozii unui arzător de tipul Plasmarc (fig. 12.7, *a*), cînd anodul este piesa care se prelucrează, sau de tipul Plasma-Plating (fig. 12.7, *b*) cînd anodul este duza.

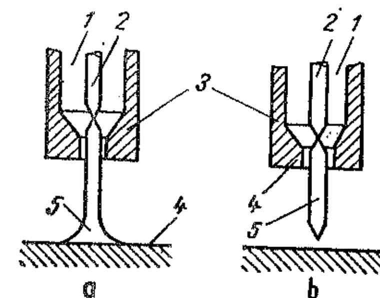


Fig. 12.7. Schema a două tipuri de arzătoare cu plasmă:
a – tipul Plasmarc; *b* – tipul Plasma-Plating; *1* – gaz cu particule solide; *2* – catod cu wolfram; *3* – tub de cupru cu răcire interioară (cu apă); *4* – anod; *5* – jet de plasmă.

Prin variația curentului electric, a compoziției gazului și a secțiunii duzei cu arzătoare cu jet de plasmă, se pot obține temperaturi de peste 10 000°C, iar cu cele de construcție perfecționată — chiar de peste 20 000°C, în timp ce la arzătoarele obișnuite temperatura flăcării nu depășește circa 3 000°C.

Arzătorul Plasmarc este utilizat mai mult la operațiile de retezare, sudare, metalizare. Sudarea cu plasmă asigură realizarea unor cusături foarte înguste, uniforme, precise și rezistente.

În ce privește tăierea metalelor, acest arzător este superior celor oxiacetilenice, avînd o productivitate mai mare și asigurînd o calitate superioară suprafețelor retezate. Viteza de tăiere variază între 12 și 25 m/min. Se folosește în mod curent la tăierea oțelului inoxidabil, a cuprului, aluminiului, nichelului și altor metale, cu grosimi pînă la 100—130 mm.

Arzătorul Plasma-Plating se folosește de obicei la operațiile de metalizare (cu titan, molibden, wolfram, zirconiu, aluminiu, nichel etc.) și galvanoplastie, și chiar la sudarea metalelor.

Tăierea cu jet de plasmă a fost experimentată și în țara noastră în laboratorul de sudură al întreprinderii Automatica. Cele mai bune rezultate au fost obținute cu arzătorul de tăiere AP-01. Cu acest arzător, folosind curenți de 250—300 A, o tensiune de 25—38 V și un debit de argon de 10—20 l/min, s-au tăiat table din oțel inoxidabil 18 % Cr, 8 % Ni, cu viteze de tăiere de 15 m/h. La folosirea unui amestec de 50 % azot, cu aceleași regimuri de curent, s-au obținut viteze de tăiere de 40—50 m/h.

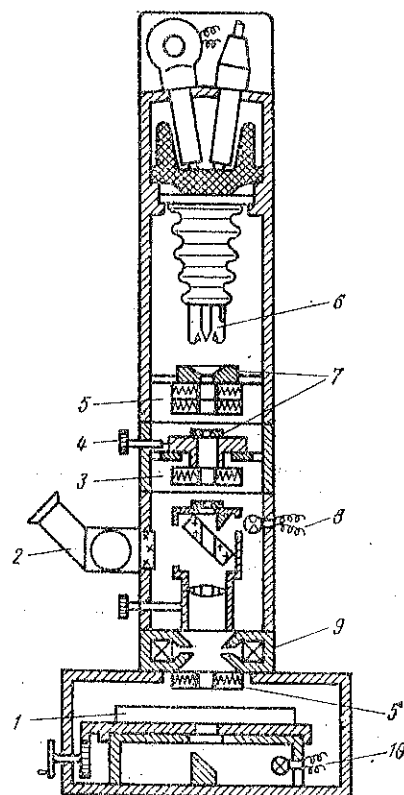


Fig. 12.8. Schema mașinii de prelucrat cu ajutorul unui fascicul electronic:
1 — piesă care se prelucrează; *2* — microscop binocular; *3* — stigmator; *4* — șurub pentru reglarea stigmatorului; *5* — sistem magnetic de corecție; *6* — catod; *7* — anod circular cu diafragmă; *8* — sursă de lumină; *9* — lentilă magnetică; *10* — sursă de lumină.

6. PRELUCRAREA CU FASCICUL ELECTRONIC

Prelucrarea cu fascicul electronic este o metodă tehnologică modernă pentru prelucrarea în metale și materiale foarte dure de găuri, canale, adîncituri și rizuri cu dimensiuni de ordinul sutimilor de milimetru și chiar micronilor. Se folosește astfel la prelucrări de piese și scule din wolfram, titan, molibden, cuarț, ceramică etc. pentru industria textilă (de exemplu, filiere pentru fibre sintetice) și producția de aparate foarte mici electronice.

La mașinile de prelucrat după acest procedeu, piesa se introduce într-o cameră cu vid. Îndepărtarea materialului de pe piesă se face trimițînd un fascicul de electroni de înaltă tensiune, care prin energia calorică foarte concentrată ce o degajă, evaporă direct materialul în porțiunea de contact.

În fig. 12.8 este arătată schema unei mașini de prelucrat cu fascicul electronic. Catodul *6*, din fire de wolfram, emite în stare incandescentă un fascicul de electroni, care este accelerat de anodul *7* cu tensiune înaltă și apoi concentrat într-un fascicul foarte subțire cu ajutorul unui sistem optico-electronic. Sub această formă este dirijat pe porțiunea care se prelucrează a piesei, unde apare sub forma unui punct. Cu ajutorul

unui sistem electronic, fasciculul este deplasat pe suprafața piesei pentru realizarea prelucrării, operația urmărindu-se cu microscopul binocular 2.

Prin fasciculul electronic cu diametrul cuprins între 0,1 și 0,0025 mm se poate transmite o cantitate de energie concentrată ce poate ajunge pînă la 5 000 kW/mm², la o putere de numai 5 kW. Totuși structura și proprietățile fizico-mecanice ale straturilor de metal vecine porțiunii prelucrate nu se modifică, deoarece la temperatura de evaporare se încălzește numai locul de contact al fasciculului electronic cu suprafața piesei.

Adîncimea maximă ce se poate obține la găuri sau la canale este de 100 de ori diametrul fasciculului, iar adîncimea minimă poate fi de numai 0,1 μ. Prelucrările pot fi de suprafață sau străpunse. Practic neexistînd o uzură a sculei, atît precizia de prelucrare, cît și calitatea suprafeței prelucrate sînt foarte ridicate, la toate piesele care se lucrează în serie.

7. PRELUCRAREA CU ENERGIE DE RADIAȚIE

Printre metodele tehnologice moderne de prelucrare și sudare a pieselor, și în special a semiconductorilor, este și procedeul laser.

Prelucrarea cu energie de radiație se bazează pe amplificarea undelor electromagnetice vizibile din domeniul optic pe baza efectului de emisie forțată a sistemelor atomice.

Constituirea surselor foarte intense de radiații luminoase coerente, care pot fi dirijate foarte precis asupra unui loc, se realizează cu ajutorul unui rezonator, care, dacă e un corp solid, se numește procedeu laser, sau dacă e un amestec de gaze, se numește procedeu maser.

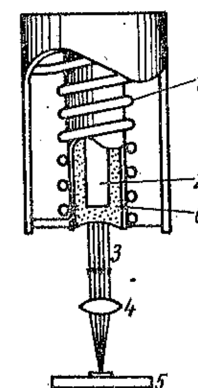


Fig. 12.9. Schema unui cap de sudură laser:
1 — lampă de presiune înaltă cu xenon; *2* — cristal de rubin; *3* — radiație laser; *4* — lentilă; *5* — piesă de lucru; *6* — răcire cu azot lichid.

În fig. 12.9 este arătată schema unui cap de sudură laser, procedeul cu radiații cel mai mult folosit la sudarea metalelor. Cristalul de rubin care formează rezonatorul are la fiecare capăt cîte o oglindă, una total și alta parțial reflectoare. Radiațiile laser trec din rezonator spre o lentilă (de 0,1 mm diametru), unde radiațiile sînt focalizate și dirijate spre obiectul de sudat, obținîndu-se densități de energie de peste 10^7 W/cm² și temperaturi de peste 8 000 °C. Aceste densități de radiații laser depășesc energia jetului de plasmă.

În prezent, la sudare se folosesc două tuburi de laser cristal, cu radiații pulsante sau continue și cu tuburi maser cu radiații continue. Cu radiații pulsante se obțin puteri de kW, în timp ce cu radiații continue, puterile sînt mult mai mici, de mW.

Procedeul are avantajul că sudarea se execută fără schimbarea structurală a materialului, datorită duratei foarte scurte a procesului de lucru. Față de procedeul cu fascicul de electroni prezintă avantajul că nu necesită cameră de vid.

Laserul se folosește la sudare, la topire, la tăiere, la prelucrarea obiectelor din metale refractare, la obținerea de găuri (de zecimi sau sutimi de milimetru) cu toleranțe foarte reduse, precum și la prelucrarea microelementelor pentru aparataj electronic. Cu ajutorul laserului se poate suda cuprul cu sticla.

Capitolul **13**

MAȘINI-UNELTE CU COMANDĂ DUPĂ PROGRAM

În industria constructoare de mașini, prelucrarea mecanică reprezentînd 70—80% din volumul total de manoperă necesară fabricării mașinilor, problema automatizării mașinilor-unelte capătă un rol foarte important.

În prezent, pentru automatizarea mașinilor-unelte se folosesc sisteme de comandă automată bazate pe acționarea hidraulică, pneumatică și electrică.

În aceste sisteme, transmiterea energiei pentru deplasarea organelor mașinii este separată de transmiterea informațiilor (a programului tehnologic) care asigură funcționarea mașinii conform ciclului stabilit. Transmiterea energiei pentru executarea mișcărilor organelor mașinii se face cu mecanismele de execuție, din care fac parte cilindrii hidraulici și pneumatici, motoarelor electrice și electromagneții de diferite tipuri.

Transmiterea informațiilor, adică comanda mecanismelor de execuție, se face cu ajutorul elementelor automaticii.

În sistemele comenzii automate, automatizarea ciclului tehnologic se realizează în funcție de cursă, în funcție de timp, iar uneori, la sistemele hidraulice, și în funcție de presiune.

Comanda mecanismelor de execuție la comanda automată în funcție de cursă, se transmite de obicei prin limitatoare de cursă fixate pe părțile mobile ale mașinii sau pe partea fixă, în traseul organelor mobile. Limitatoarele conectează sau deconectează mecanismul de execuție sau inversează cursa.

La sistemele de comandă automată, întregul complex de funcțiuni, cum sînt: conectarea și deconectarea mecanismelor de execuție în ordinea stabilită de procesul tehnologic, modificarea regimului de funcționare a mecanismelor mașinii etc., se execută de către elementele de automatizare.

Pentru comanda sistemelor automate se folosesc diferite aparate de comandă, relee, contactoare și demaroare (dispozitive de pornire magnetice), ambreiaje electromagnetice de fricțiune și alte elemente

de automatizare. Aparatele de comandă execută conectarea sau deconectarea schemei, respectarea unei anumite succesiuni a operaţiilor, blocarea reciprocă a organelor instalaţiilor automate etc.

O cale de automatizare principial nouă, care satisface cerinţele moderne de producţie în serie, în serie mică şi de producţie individuală, este calea folosirii mijloacelor de comandă după program a maşinilor-unelte, bazată pe tehnica electronică modernă.

Comanda după program constă în următoarele: mişcările organelor maşinii-unelte, impuse de procesul tehnologic de prelucrare, sînt calculate în prelabail şi sînt fixate pe un portprogram. Procesul de comandă se reduce la reproducerea cu ajutorul mecanismului de citire şi al altor dispozitive a ciclului de mişcare a organelor maşiniiunelte, conform programului fixat pe fişa de comandă.

Concomitent cu creşterea productivităţii muncii, comanda după program a maşinilor-unelte reduce de cîteva ori atît termenul de execuţie cît şi costul pregătirii producţiei, deoarece dispare necesitatea executării garniturilor de came, a şabloanelor de copiat etc.

1. SISTEME DE COMANDĂ DUPĂ PROGRAM, SISTEME DE NUMERAŢIE ŞI CODURI

1.1. SISTEME DE COMANDĂ DUPĂ PROGRAM

Aceste sisteme se grupează în următoarele categorii:

— *după felul mişcării organului de lucru* se întîlnesc maşini-unelte cu *sistemul de coordonate, în trepte*, folosit la maşinile de găurit, de alezat strunguri şi maşini de frezat şi *sistemul după contur*, folosit pentru prelucrarea suprafeţelor continue, cu profile spaţiale, aplicat la maşinile de frezat şi la strunguri;

— *după caracterul informaţiei*, apar sistemele *continue* şi *discontinue*. Dintre sistemele continue fac parte sistemele cu modulaţie de amplitudine; acestea sînt, în majoritatea cazurilor, sisteme fotoelectronice, care înregistrează programul sub formă de desen pe hîrtie sau sub formă de curbă pe peliculă cinematografică; ordonatele sau amplitudinele curbei sînt proporţionale cu deplasările programate. La sistemul discontinuu programul este dat prin impulsuri şi poate fi natural sau codificat. La sistemul discontinuu natural, numărul de impulsuri caracterizează deplasarea organului de lucru, fiecare impuls avînd o valoare constantă. La sistemul discontinuu codificat mărimea deplasării este dată de o combinaţie convenţională a numărului şi ordinii impulsurilor.

— *după sistemul de construire a schemei de comandă* a maşiniiunelte se construiesc maşini cu comandă după program în *lanţ deschis* şi maşini cu comandă după program în *lanţ închis*.

1.2. SISTEME DE NUMERAŢIE

În general, programul se înregistrează sub formă de numere, adică sub formă cifrică, pe portprograme (benzi şi cartele perforate, benzi de magnetofon, peliculă cinematografică, sîrmă magnetică, discuri magnetice). Numerele care alcătuiesc programul pot fi reprezentate prin sisteme de numeraţie şi coduri înregistrate pe bandă, care se compun fie într-un sistem de numeraţie oarecare fie cu ajutorul unui cod special oarecare. În mod obişnuit se folosesc:

— *sistemul de numeraţie zecimal*, care pentru înregistrarea oricărui număr foloseşte numai zece cifre: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. La înregistrarea numerelor fiecare cifră îşi schimbă valoarea în funcţie de poziţia ei în şirul de cifre care formează numărul. De exemplu, în numărul 248,3 prima cifră, 2, reprezintă numărul de sute conţinute în numărul respectiv, cifra 4 — numărul de zeci, cifra 8 — numărul de unităţi şi în sfîrşit cifra 3, care se află după virgulă, reprezintă numărul de zecimi. Cu alte cuvinte, numărul respectiv poate fi scris sub forma $248{,}3 = 2 \cdot 10^2 + 4 \cdot 10^1 + 8 \cdot 10^0 + 3 \cdot 10^{-1}$.

Pentru ca pe un portprogram dat să se înregistreze un număr în sistemul de numeraţie zecimal, trebuie ca portprogramul să aibă atîtea poziţii (posturi) fixe cîte ranguri zecimale are numărul înregistrat şi în fiecare post al portprogramului să se înregistreze numărul de unităţi de rangul respectiv. De exemplu, banda perforată trebuie să aibă atîtea piste cîte ranguri zecimale are numărul respectiv şi în fiecare pistă trebuie să existe cîte o gaură (perforaţie) corespunzătoare numărului de unităţi de rangul respectiv. Astfel, pentru înscrierea unui număr trebuie să existe 10 n poziţii, în care n este numărul de cifre din care este format numărul şi deci pe bandă n reprezintă numărul de rînduri. Banda fiind împărţită în grupe, în fiecare grupă, corespunzătoare unei mişcări, va fi înscris un număr.

În figura 13.1 este arătat un exemplu de înscriere a numerelor în sistemul zecimal, x, y, şi z reprezentînd coordonatele direcţiilor de avans. Se observă că pentru înscrierea pe bandă a numerelor 41640, 02051 şi 00269 sînt necesare cinci rînduri.

— *sistemul de numeraţie binar*, care foloseşte pentru înregistrarea oricărui număr numai două cifre: 0 şi 1. În primul rang al unităţilor se înscriu unităţile cu valoarea $1 \cdot 2^0$, în al doilea rang — unităţile cu valoarea $1 \cdot 2^1$, în al treilea rang — unităţile cu valoarea $1 \cdot 2^2$ şi în al n-lea rang unităţile cu valoarea $1 \cdot 2^{n-1}$. Numărul 110 scris în sistemul

binar, la convertirea (traducerea) lui în sistemul zecimal este egal cu 6, deoarece $1.2^2 + 1.2^1 + 0.2^0 = 6$. Pentru convertirea unui număr din sistemul zecimal binar este necesară împărțirea lui succesivă la 2.

Fig. 13.1. Codificarea în sistemul zecimal.

După fiecare împărțire se scrie 0, dacă numărul s-a împărțit exact (adică dacă restul este 0) și 1 dacă restul este 1. Cifrele trebuie scrise de la dreapta spre stînga, adică de la rangurile inferioare spre cele superioare. De exemplu numărul zecimal 11 se convertește într-un număr binar astfel :

$$11 = 2 \cdot 5 + 1 \rightarrow 1; \qquad 2 = 2 \cdot 1 + 0 \rightarrow 0;$$

$$5 = 2 \cdot 2 + 1 \rightarrow 1; \qquad 1 = 2 \cdot 0 + 1 \rightarrow 1,$$

prin urmare numărul binar respectiv este 1011.

Folosirea sistemului binar este foarte avantajoasă deoarece deosebirea a două stări opuse poate fi făcută ușor. De exemplu, pe banda perforată: există gaură sau nu există gaură; pe banda magnetică: este înregistrat semnalul sau nu este înregistrat semnalul etc.

În același timp însă, pentru scrierea unui număr în sistem binar este necesară efectuarea unui număr de operații aritmetice, deoarece în mod obișnuit numerele sînt înscrise în sistem zecimal.

Fig. 13.2. Codificarea în sistemul binar.

În figura 13.2 s-a reprezentat în sistemul binar codificarea numărului 1011, care convertit în sistemul zecimal este 11.

— *sistemul de numerație zecimal-binar* este o combinație dintre sistemul zecimal și sistemul binar avînd ușurința de scriere de la sistemul zecimal și numărul redus de poziții de la sistemul binar. La acest sistem fiecare cifră (fiecare rang zecimal) este scrisă (codificată) în sistemul de numerație binar. Deoarece pentru obținerea oricărui număr

Fig. 13.3. Codificarea în sistemul zecimal-binar :
a — în linie; *b* — pe coloană;

de la zero la nouă sînt suficiente patru ranguri binare, pentru reprezentarea fiecărei cifre zecimale în sistemul binar sînt necesare patru cifre binare. Fiecare asemenea grup de patru cifre binare care reprezintă o cifră zecimală se numește *tetradă*. Prin urmare un număr scris în sistem zecimal-binar va avea atîtea tetrade cîte ranguri are numărul zecimal. De exemplu, numărul zecimal 342 se scrie în sistemul zecimal-binar prin trei tetrade : 0011, 0100, 0010. Acestea se așază în linie (fig. 13.3, *a*) sau pe coloană (fig. 13.3, *b*) atunci cînd se utilizează o bandă îngustă.

1.3. CODURI

Tetradele mai pot fi alcătuite și în alte moduri (coduri). Asemenea coduri sînt foarte multe și ele se scriu de obicei printr-un număr de patru cifre, fiecare indicînd „valoarea" (ponderea) poziției în care se află. Sistemul zecimal codificat se prezintă în mai multe variante și sînt cunoscute sub formă de cod 8421, 5121, 6321, 2421 etc. Pentru codul 8421 (fig. 13.4, *a*) valorile pozițiilor (posturilor) sînt următoarele : $8 = 2^3$, $4 = 2^2$, $2 = 2^1$ și $1 = 2^0$. Un exemplu de înscriere a numărului 12 702 în codurile 8421 și 5121 este arătat în figurile 13.4, *a* și, respectiv 13.4, *b*.

Codurile de corectare se folosesc pentru detectarea și corectarea erorilor. Codurile de corectare sînt excedentare, adică o parte din sim-

bolurile codului sînt folosite pentru transmiterea informaţiei, iar restul simbolurilor sînt folosite pentru verificare.

Excesul R este egal cu raportul dintre numărul total de simboluri ale codului n şi numărul de simboluri m, necesare pentru transmiterea informaţiei : $R = n/m$.

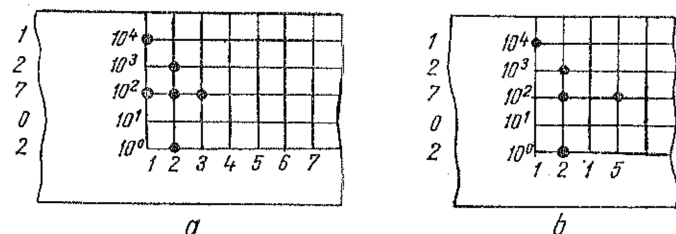


Fig. 13.4. Înregistrarea pe bandă a numărului 12 702 : *a* — cod 8421 ; *b* — cod 5121.

Cel mai simplu cod de corectare este codul cu detectarea unei singure erori. Pentru transmiterea informaţiei se folosesc $n - 1$ simboluri, iar al n-lea simbol este 0 sau 1, astfel încît suma cifrelor 1, din combinaţia respectivă a codului, să fie întotdeauna un număr par. O singură eroare schimbă paritatea, adică suma cifrelor 1 nu mai este un număr par, ceea ce duce la detectarea erorii. Excesul unui asemenea cod este $R = n/(n - 1)$, deoarece $m = n - 1$.

Există coduri de corectare mai complicate cu corectarea unei erori. Aceste coduri permit nu numai detectarea erorii ci şi localizarea şi corectarea ei. În acest caz sînt necesare mai multe verificări.

2. PREGĂTIREA ŞI PRESCRIEREA PROGRAMULUI

2.1. PORTPROGRAME

Pentru înregistrarea programului se folosesc în mod obişnuit cartele perforate, benzi perforate, pelicule cinematografice, portprograme magnetice (benzi, sîrmă, tambure sau discuri magnetice) etc.

Cartela perforată se execută din carton tare cu o conductivitate electrică redusă. Cifrele se înscriu sub formă de găuri, în rînduri orizontale şi coloane verticale. Se folosesc în mod curent cartelele perforate standardizate.

Banda perforată este o bandă de hîrtie sau material plastic cu conductivitate electrică mică, în care sînt perforate într-o anumită ordine găuri ce exprimă într-un anumit cod informaţia de bază.

Pelicula cinematografică se foloseşte de obicei la codificarea programelor după sistemul binar, înregistrarea făcîndu-se cu ajutorul fotografierii pe film pozitiv iar redarea (citirea) prin sistemul fotoelectric. Ea are o lăţime de 35 mm.

Benzile magnetice, cu lăţimea de 6,5—3,5 mm şi lungimi de 1 000 m, permit înregistrarea a 30—60 semnale pe lungimea de 1 cm, în 2—4 coloane. Deşi echipamentul pentru înregistrarea programului este destul de complicat, benzile magnetice au avantajul că un anumit program poate fi şters şi înregistrat un altul pe aceeaşi bandă.

Sîrma, tamburul şi discul magnetic se bazează pe acelaşi principiu ca şi banda magnetică, diferind doar forma portprogramului; ele sînt însă mai puţin răspîndite.

2.2. ÎNTOCMIREA PROGRAMULUI

Pentru întocmirea programului sînt necesare două operaţii : pregătirea tehnologică şi pregătirea matematică.

Pregătirea tehnologică constă din : stabilirea materialului din care este executată piesa, determinarea dimensiunilor necesare ale semifabricatelor, tipurilor şi dimensiunilor cuţitului, stabilirea dispozitivului de prindere a piesei de prelucrat, indicarea felului operaţiei, degroşare sau finisare, mărimea adaosului de prelucrare, indicarea gradului de precizie etc.

Pregătirea matematică constă din calcularea şi întocmirea tabelelor, în care datele geometrice ale piesei se codifică în sistemul de numeraţie corespunzător. În acest scop pentru piesa din fig. 13.5, *a* se alege punctul *A* ca origine a sistemului de coordonate (fig. 13.5, *b*) şi se recalculează toate cotele considerînd noua origine. Dacă se consideră vîrful cuţitului dispus în punctul *A* pentru a genera profilul piesei, el va avea de parcurs distanţele următoare (s-a făcut şi transpunerea în sistemul binar) :

— în sens transversal :

$$T_1 = 40 \rightarrow 101\,000;$$

$$T_2 = 75 \rightarrow 1001011;$$

$$T_3 = 125 \rightarrow 1111101;$$

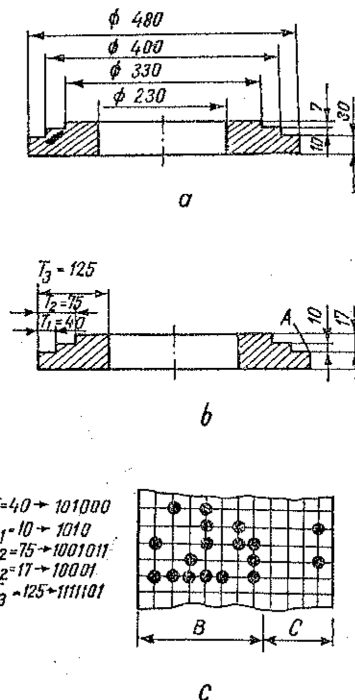


Fig. 13.5. Exemplu de codificare a unei piese în sistemul binar :

a — piesă de prelucrat ; *b* — sistem de coordonate ; *c* — bandă perforată.

— în sens longitudinal :

$$L_1 = 10 \rightarrow 1010 \; ; \; L_2 = 17 \rightarrow 10001.$$

Succesiunea fazelor pe maşină-unealtă este

$$T_1 \rightarrow L_1 \rightarrow T_2 \rightarrow L_2 \rightarrow T_3.$$

Programul ciclului este înscris pe intervalul B al benzii perforate (fig. 13.5, c) iar comenzile auxiliare pe intervalul C. Cmenzile auxiliare cuplează avansul transversal sau cel longitudinal după necesităţi :

2.3. DISPOZITIVE PENTRU ÎNREGISTRAREA PE PORTPROGRAME

Înregistrarea programului pe cartele sau benzi perforate se face cu ajutorul unor perforatoare ; pentru înregistrarea pe peliculă cinematografică se folosesc dispozitive de iluminat cu lămpi, iar pentru înregistrarea pe bandă, sîrmă sau tambure magnetice se folosesc diferite capete magnetice.

Perforatoarele sînt de două tipuri : cu o perioadă şi cu două perioade. La primele, concomitent cu înregistrarea datelor are loc şi perforarea găurilor, succesiv în toate coloanele cartelei. La cele cu două perioade, mai întîi are loc înregistrarea tuturor datelor care trebuie trecute pe cartelă, iar după aceea perforarea concomitentă a tuturor găurilor pe cartelă. Perforatoarele cu două perioade deşi constructiv sînt mai complexe decît cele cu o perioadă, au următoarele avantaje : permit corectarea erorilor observate în timpul înregistrării, fac posibilă repetarea automată pentru o serie de cartele a datelor necesare şi asigură perforarea automată a unui număr oricît de mare de cartele cu aceleaşi date, fără a fi necesară repetarea înregistrării.

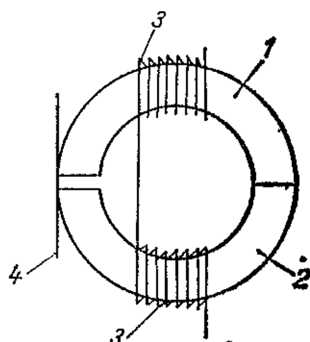


Fig. 13.6. Schema capului magnetic

Dispozitivul de înregistrare pe peliculă cinematografică asigură înregistrarea programului prin iluminarea porţiunilor necesare ale peliculei, prin fotografierea unui ecran dreptunghiular, în spatele căruia sînt dispuse într-o anumită ordine lămpi care se conectează conform combinaţiei de cod prescrise.

Capul magnetic (fig. 13.6) se compune din două semiinele *1* şi *2* lipite la un capăt şi cu un canal (întrefier) de 0,01 — 0,02 mm la celălalt capăt. Bobinele *3* produc cîmpul magnetic datorită curentului de alimentare. Emulsia feromagnetică de pe banda *4*, fiind magnetizată de cîmpul magnetic, imprimă programul dorit. La reproducere (citire) portprogramul trece prin faţa unui cap similar de recepţie, procesul desfăşurîndu-se invers.

3. ELEMENTELE PRINCIPALE ALE SISTEMELOR DE COMANDĂ DUPĂ PROGRAM

3.1. DISPOZITIVE PILOT

Dispozitivele pilot se compun din : dispozitive pentru avansarea portprogramului, dispozitive de citire a programului, dispozitive de introducere manuală a programului, dispozitive de decodificare şi convertizare şi dispozitive de memorizare. Prezenţa tuturor acestor elemente ale dispozitivului pilot nu este obligatorie, unele din ele putînd lipsi.

Dispozitivul pentru avansarea portprogramului se prezintă sub forma unui mecanism de tragerea benzii în cazul portprogramelor sub formă de benzi perforate, magnetice sau cinematografice. Mişcarea benzii poate fi continuă, în care caz se foloseşte un motor electric de putere mică cu un reductor, sau discontinuă, realizată de exemplu cu un mecanism cu clichet acţionat de un electromagnet.

Dispozitivele de citire pot fi cu contacte, fotoelectrice sau magnetice. Ele folosesc la citirea informaţiei imprimată pe portptrogram.

— Dispozitivele de citire cu contacte sînt de două tipuri : cu perii şi mecanice.

Dispozitivele de citire cu perii au un bloc de perii care palpează permanent sau periodic portprogramul. Cînd o perforaţie a benzii ajunge în dreptul periei, aceasta intră în ea şi închide circuitul prin axul sau tamburul de contact.

Dispozitivele de citire mecanice, la care deplasarea unui ştift ce intră în perforaţia benzii, este transformată cu ajutorul unor pîrghii în deplasarea unui contact mobil, necesară pentru apropierea sau depărtarea lui de un alt contact fix (normal-deschis respectiv normal-închis).

— Dispozitivul de citire fotoelectric, se compune dintr-un bec electric de iluminat şi din celule fotoelectrice prevăzute de obicei cu amplificatoare electronice. Acest dispozitiv permite viteze mari de citire (pînă la 10 000 perforaţii pe secundă), iar portprogramul nu se uzează practic de loc.

— Dispozitivul de citire magnetic, foloseşte pentru citirea informaţiilor capete magnetice de acelaşi tip cu cele pentru înregistrare. El se montează de obicei împreună cu dispozitivele de înregistrare şi de ştergere.

Dispozitivele de decodificare și convertire servesc la convertirea informației înregistrate într-un anumit sistem de numerație sau într-un anumit cod. De cele mai multe ori informația este convertită din sistemul binar sau zecimal codificat în sistemul de numerotație zecimal sau invers.

Dispozitivele de decodificare și de convertire, sau pur și simplu de convertire, pot fi:

— cu relee;

— cu rețea de diode (matrice diodice).

Dispozitivele de convertire cu rețele de diode permit înlocuirea numărului mare de contacte prin redresoare semiconductoare; de aceea prezintă o siguranță mai mare decît dispozitivele de convertire cu relee.

Dispozitivul de memorizare servește la memorizarea informației primite de la portprogram și introducerea ei direct în schema sistemului pozițional de comandă după program. Uneori dispozitivul poate lipsi ca dispozitiv separat. În acest caz, memorizarea informației are loc chiar pe portprogram, iar introducerea ei în schemă se realizează de către dispozitivul de citire. Adeseori funcțiunile dispozitivului de memorizare sînt îndeplinite de către dispozitivul de convertire.

3.2. SCHEME DE NUMĂRARE

Schemele de numărare sînt folosite pentru numărarea și memorizarea numărului de impulsuri. De obicei se folosesc următoarele scheme de numărare:

— scheme de numărare cu selectoare pas cu pas;

— scheme de numărare cu relee;

— scheme de numărare cu dispozitive de numărare pas cu pas, auxiliare;

— scheme de numărare cu tuburi electronice sau semiconductori;

— scheme de numărare cu elemente fără contacte, magnetice sau de alt tip.

Schemele de numărare cu selectoare pas cu pas cele mai simple sînt cele la care se folosesc selectoare pas cu pas, telefonice.

Schemele de numărare cu relee sînt mai complicate și au un număr de contacte mai mare, însă funcționează mai sigur decît schemele cu selectoare pas cu pas.

Schemele de numărare electronice sînt alcătuite din celule elementare cu două stări stabile, denumite *trighere*, circuite basculante sau multivibratoare bistabile. Dacă la un trigher se trimite o serie de impulsuri, la primirea fiecărui impuls trigherul trece dintr-o stare stabilă în cealaltă.

Această proprietate a trigherului permite folosirea sa în schemele de numărare drept unul din etajele unui dispozitiv de numărare binar. În acest caz, una din pozițiile stabile ale trigherului corespunde cifrei 0, iar cealaltă cifrei 1, în rangul binar respectiv.

Viteza de numărare în schemele electronice poate atinge sute de mii de impulsuri pe secundă.

Schemele de numărare cu miezuri de ferită folosesc elemente cu ferită de forma unor toroizi cu mai multe înfășurări, care au o buclă de histerezis aproape dreptunghiulară.

La intrarea impulsului într-una din înfășurări, miezul de ferită se magnetizează păstrîndu-și această stare un timp foarte îndelungat. Dacă în cealaltă înfășurare intră un impuls de polaritate invers, miezul de ferită se magnetizează în sens invers.

Din asemenea elemente cu ferită poate fi asamblate scheme de numărare și dispozitive de memorizare.

3.3. DISPOZITIVE DE ACȚIONARE

Dispozitivele de acționare ale mașinilor-unelte utilate cu comandă după program cuprind în general elementele obișnuite pentru majoritatea dispozitivelor și mecanismelor moderne.

Un tip special de dispozitiv de acționare folosit adeseori în sistemele de comandă după program este acela care are un dispozitiv pas cu pas, adică un dispozitiv pentru deplasarea în trepte a organului de execuție al mașinii, cu distanțe (pași) strict egale.

Dispozitivele folosite în mod curent la acționarea mașinilor-unelte cu comandă după program sînt dispozitive de acționare: electrice, hidraulice, electrohidraulice și pas cu pas.

Dispozitivul de acționare electric cel mai simplu este motorul electric asincron cu rotorul în scurtcircuit. Adeseori fiind necesară o turație de lucru și o turație lentă, aceasta din urmă în cazul motorului asincron poate fi obținută prin una din următoarele metode:

— prin comutarea lanțului cinematic al dispozitivului de acționare, realizată cu ajutorul unor cuplaje comandate de electromagneți;

— prin folosirea unor scheme speciale în care motorul electric este alimentat concomitent cu curent alternativ și cu curent continuu;

— prin conectarea prin impulsuri a motorului electric.

În afara acționării cu motor asincron se mai pot folosi și alte tipuri de dispozitive de acționare;

— dispozitive de acționare după sistemul amplidină-motor;

— dispozitive de acționare cu amplificatoare magnetice;

— dispozitive de acționare electronice, la care motorul electric este alimentat de la redresor și este comandat electronic;

— dispozitive de acționare cu motoare asincrone bifazate.

Dispozitivele de acţionare hidraulice, conţin de obicei un motor (cilindru) hidraulic şi mai multe pompe acţionate de motoare electrice cu care se realizează presiunea în circuitul hidraulic. Comutarea circuitelor hidraulice se obţine de cele mai multe ori, cu ajutorul unor sertăraşe acţionate cu electromagneţi. În cazul în care există variaţii ale sarcinii, pentru stabilirea vitezei cilindrilor hidraulici se folosesc regulatoare de viteză speciale.

Dispozitivele de acţionare electrohidraulice folosesc, drept motoare, cilindri hidraulici sau motoare hidraulice rotative. Dintre aceste dispozitive de acţionare fac parte dispozitivele de acţionare hidraulice comandate de sertăraşe electrohidraulice care primesc impulsuri de comandă de la un motor electric sau de la un dispozitiv de acţionare special cu electromagnet.

Dispozitivele de acţionare pas cu pas servesc pentru realizarea unor deplasări succesive cu distanţe precise (paşi). În prezent se folosesc următoarele dispozitive pas cu pas;

— motorul cu electromagnet şi clichet;

— motorul cu ancoră;

— cuplajele pentru o rotaţie şi pentru jumătate de rotaţie;

— motorul sincron reactiv comandat prin impulsuri, cu înfăşurări concentrate ale statorului;

— motorul sincron reactiv comandat prin impulsuri, cu înfăşurări distribuite ale statorului;

— motorul sincron lucrînd în regim de motor pas cu pas;

— motorul cu stricţiune magnetică.

4. PROGRAMAREA CICLULUI, A REGIMURILOR DE PRELUCRARE ŞI A SCHIMBĂRII CUŢITULUI LA STRUNGURI

4.1. PROGRAMAREA CICLULUI

În multe cazuri, sistemele poziţionale de comandă după program trebuie să asigure nu numai reglarea rapidă a parametrilor programaţi ci şi reglarea succesiunii şi a numărului de operaţii de lucru realizate de către strung, adică reglarea ciclului de lucru al strungului. În asemenea cazuri, ciclul de lucru nu este determinat univoc de construcţia strungului şi există posibilitatea schimbării rapide a ciclului.

4.1.1. Programarea ciclului la strunguri. La strungurile cu comandă după program pentru prelucrarea arborilor în trepte este necesară

programarea ciclului de prelucrare, evident în cazul în care prelucrarea se face în mai multe treceri.

Pentru exemplificare, în figura 13.7 este reprezentată o schemă tip de prelucrare a unei piese pe un strung cu comandă după program, în cinci treceri (*I* ... *V*). Numărul de treceri poate varia în funcţie de dimensiunile piesei şi de aceea sistemul de programare trebuie să permită realizarea numărului maxim de treceri, astfel încît să poată fi prescris oricare alt număr de treceri mai mic decît acesta.

Ultima trecere (de finisare) *V* diferă de trecerile precedente (de degroşare) *I* ... *IV*, deoarece cuţitul trebuie să se deplaseze în acest caz după o traiectorie care repetă forma piesei. Trecerile de degroşare diferă între ele şi în special prin lungimea cursei, însă adeseori mai multe treceri de degroşare succesive au aceeaşi lungime a cursei. Trecerile de degroşare se pot executa cu diferite adîncimi de aşchiere, la diferite turaţii ale arborelui principal şi cu diferite valori ale avansului. În afară de aceasta, la unele treceri este necesară prelucrarea unor canale care se realizează cu ajutorul unui cuţit de canelat. Toate acestea trebuie prescrise la programarea ciclului de lucru al strungului.

Pentru prescrierea programului la aceste sisteme se folosesc de obicei comutatoare rotative cu mai multe poziţii. Pentru fiecare trecere se prescrie turaţia şi avansul; se prescrie de asemenea numărul de treceri cu aceeaşi lungime a cursei. Sistemul este prevăzut cu o schemă de numărare simplă care numără trecerile şi care conectează pentru fiecare trecere, valorile parametrilor prescrise prin program.

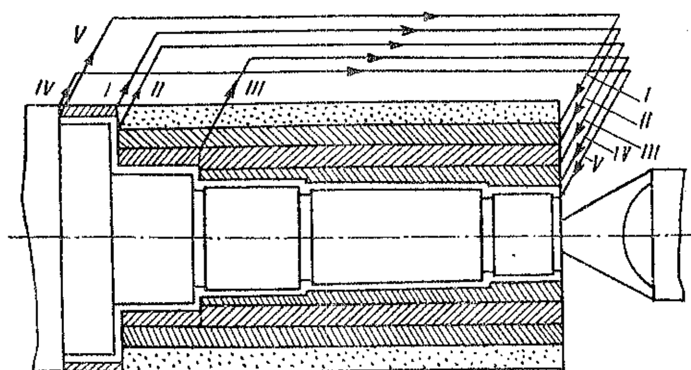


Fig. 13.7. Schemă tip de prelucrare a unei piese pe un strung cu comandă după program.

Prescrierea lungimii cursei pentru fiecare trecere se face cu ajutorul unui tambur rotitor cu opritoare sau prin conectarea unor întrerupătoare acţionate fiecare de către o serie de came. Trecerea de finisare se realizează de obicei prin metoda copierii.

4.1.2. **Programarea ciclurilor simple la strungul carusel.** La strungul carusel care lucrează după mai multe cicluri simple, fiecare dintre acestea putînd fi prescrise prin program, ciclul nu se mai divide în elemente. În figura 13.8 este reprezentată programarea ciclurilor mișcării

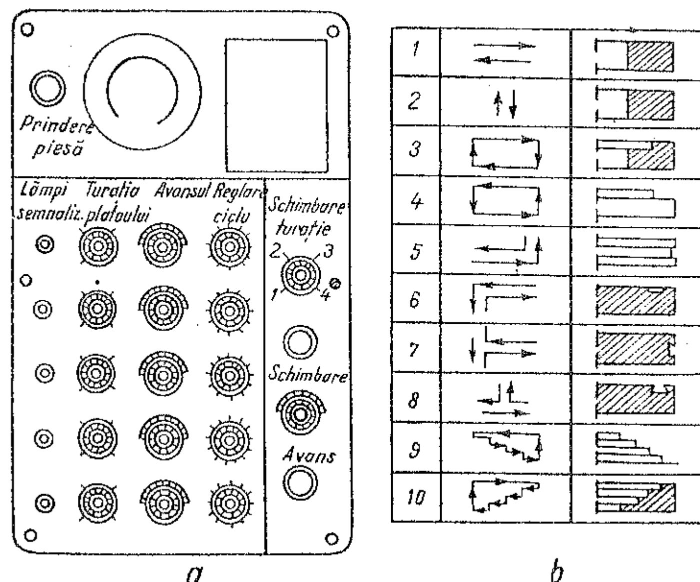


Fig. 13.8. Programarea mișcării căruciorului unui strung carusel cu comandă după program:

a – pupitrul de alegere a programului; *b* – variantele mișcării căruciorului.

căruciorului unui strung carusel cu comandă după program. Variantele căruciorului (fig. 13.8, *b*) sînt reprezentate astfel: în prima coloană sînt notate numerele de ordine ale ciclurilor, în a doua sînt reprezentate schemele mișcărilor căruciorului, iar în a treia coloană, piesele tipice care pot fi prelucrate în ciclul respectiv. Oricare dintre aceste cicluri se alege cu ajutorul unui comutator cu zece poziții prevăzut pe pupitrul de alegere a programului (fig. 13.8, *a*).

4.2. PROGRAMAREA REGIMURILOR DE PRELUCRARE

La prelucrarea pieselor pe strunguri revolver, strunguri normale etc. este de multe ori necesară programarea regimurilor de prelucrare (turațiilor și avansurilor). Prin programarea regimurilor de prelucrare se obține o creștere importantă a productivității. Există diferite scheme de programare a schimbării regimurilor de prelucrare.

4.2.1. **Programarea regimurilor de prelucrare la strungurile cu cap revolver.** Aplicarea programării regimurilor de prelucrare este caracteristică pentru strungurile cu cap revolver la care, în timpul prelucrării, are loc schimbarea sculei. Uneori, în acest caz se aplică programarea regimurilor de prelucrare chiar dacă restul operațiilor nu sînt automatizate. La unele strunguri-revolver automate programarea regimurilor de prelucrare este combinată cu automatizarea rigidă a celorlalți parametri, cu ajutorul camelor și opritoarelor.

Pentru toate aceste sisteme, turațiile și avansurile sînt prescrise cu ajutorul unor comutatoare rotative, mai rar cu ajutorul unor tablouri cu fișe, pentru fiecare poziție a capului revolver. Poziția capului revolver este controlată la rîndul său, de către limitatoare de cursă, care conectează circuitele comutatoarelor programului pentru poziția respectivă. Ca atare, la fiecare rotație a capului revolver turațiile și avansurile se schimbă, corespunzînd în fiecare poziție a capului revolver cu valorile prescrise.

4.2.2. **Mecanisme pentru programarea turațiilor și avansurilor.** Schimbarea turațiilor și avansurilor se realizează de obicei, cu ajutorul unor ambreiaje electromagnetice, iar în cazul motoarelor cu curent continuu, prin schimbarea valorii rezistențelor din circuitele de excitație. În cazurile în care succesiunea operațiilor nu poate fi controlată în funcție de cursă, se aplică metoda de numărare a operațiilor. În acest scop, sistemul cuprinde o schemă de numărare simplă care realizează schimbarea regimurilor de prelucrare în concordanță cu valorile prescrise pentru operația respectivă.

La programarea turațiilor și avansurilor se pot folosi mecanisme preselective, ca de exemplu, cu robinet hidraulic distribuitor. Pentru acest sistem se programează poziția robinetului care comandă poziția roților dințate baladoare din cutia de viteze sau avansuri. Poziția unghiulară a robinetului este determinată de poziția unei cremaliere care se sprijină într-o camă rotitoare, adusă în prealabil într-o anumită poziție. Sistemul are mai multe asemenea came.

Camele sînt rotite în prealabil în așa fel încît să asigure, la fiecare trecere, poziția necesară cremalierei și robinetului distribuitor. Înainte de fiecare trecere, cremaliera se sprijină pe una dintre came, robinetul distribuitor ocupă o anumită poziție iar cutia de viteze sau avansuri asigură regimul necesar de prelucrare. De fapt, acest sistem reprezintă un sistem pozițional de comandă după program a deplasărilor unghiulare ale robinetului distribuitor, cu poziționarea prealabilă a opritoarelor.

4.3. PROGRAMAREA SCHIMBĂRII CUŢITULUI

Schimbarea cuţitelor este necesară la strungurile cu comandă după program care servesc pentru prelucrarea pieselor în trepte şi lucrează după un „ciclu dreptunghiular". Schimbarea cuţitului nu înseamnă numai schimbarea unui cuţit cu o anumită formă printr-un cuţit cu o altă formă, ci şi schimbarea unui cuţit uzat cu un cuţit ascuţit.

Cînd numărătorul de cuţite este de maximum 6–8, se foloseşte de obicei, un cap revolver. În acest caz, alegerea cuţitului se reduce la alegerea unei poziţii a capului revolver. Ca exemplu se pot cită: rotirea capului revolver în poziţia necesară pînă la un opritor rigid, fiecărei poziţii corespunzîndu-i un anumit opritor acţionat de un electromagnet sau de un cilindru hidraulic; rotirea pas cu pas a capului de la o poziţie la următoarea şi numărarea paşilor (în acest caz trebuie prescris numărul de paşi ai capului pentru alegerea cuţitului necesar).

Pentru situaţia în care trebuie schimbate un număr mare de cuţite, acestea se depozitează de obicei într-un magazin de tip tambur sau de alt tip. Schimbarea cuţitului se realizează fie cu ajutorul portcuţitului care se apropie de posturile corespunzătoare ale magazinului, desprinde cuţitul care nu mai este necesar sau care nu mai corespunde şi prinde cuţitul necesar, fie cu ajutorul unor dispozitive speciale denumite manipulatoare, care realizează transportul cuţitului de la portcuţit la tambur şi invers, precum şi prinderea cuţitului în portcuţit. Uneori magazinul este mobil, aducînd el însuşi cuţitul la portcuţit.

5. CONTROL ŞI AUTOREGLARE

5.1. CONTROLUL FUNCŢIONĂRII SCHEMELOR

Siguranţa în funcţioare a sistemelor poziţionale de comandă după program constituie cea mai importantă problemă a comenzii după program. Mărirea siguranţei acestor sisteme se obţine prin folosirea unor elemente şi dispozitive mai sigure prin elaborarea unor sisteme mai simple şi prin controlul funcţionării diferitelor părţi şi elemente ale sistemului.

5.1.1. **Controlul cu ajutorul codurilor corectoare.** Prin folosirea codurilor corectoare se verifică funcţionarea dispozitivului de citire şi, într-o oarecare măsură, înregistrarea programului pe portprogram. De cele mai multe ori se foloseşte un cod de corectare de tipul cel mai simplu, cu verificarea parităţii. Paritatea se verifică cu o schemă de relee simplă. Dacă apare o eroare, maşina cu comandă după program se opreşte. Codurile de corectare mai complicate se folosesc mult mai rar datorită complexităţii mari a dispozitivelor de înregistrare şi verificare precum şi folosirii într-o măsură mai mică a portprogramului.

5.1.2. **Controlul prin metoda dublării.** Cînd se foloseşte această metodă, în locul unui element care îndeplineşte funcţia respectivă, se prevăd două elemente identice funcţionînd în paralel. De exemplu, în cazul folosirii schemelor de numărare, adeseori în cazul folosirii unei singure asemenea scheme se utilizează două, fiecare schemă lucrînd independent una de cealaltă, iar rezultatele se compară. În cazul în care rezultatele nu coincid sistemul se opreşte pînă la repararea deranjamentului.

5.1.3. **Controlul prin autocorectare.** Cea mai perfecţionată metodă de control este aceea care foloseşte principiile de alcătuire a codurilor de corectare pentru realizarea schemelor de numărare cu autocorectare. În acest caz, oricare dintre combinaţiile de stări ale releelor schemei de numărare este reprezentată printr-un număr binar, unui releu conectat corespunzîndu-i cifra 1, iar unui releu deconectat cifra 0. Succesiunea funcţionării schemei de numărare este reprezentată prin numere binare. La aceste numere binare se adaugă simboluri suplimentare după regulile de alcătuire a codului de corectare ales. După aceea, în schemă se adaugă relee a căror stare în toate poziţiile succesive ale schemei de numărare corespunde acestor simboluri suplimentare. Pe baza acestor considerente s-a elaborat o schemă zecimală cu relee cu autocorectare (distribuitor zecimal cu relee), care corectează orice eroare simplă (unică) provocată de un contact imperfect sau de întreruperea bobinei vreunui releu, adică de neanclanşarea releului următor sau de sudarea contactelor. Numărul de relee suplimentare pentru un rang al schemei zecimale este egal cu zece.

În concluzie, în cazul folosirii unei asemenea scheme cu autocorectare se economiseşte un număr mare de relee în comparaţie cu metoda dublării, iar eroarea este înlăturată de schema însăşi fără oprirea sistemului de poziţionare a comenzii după program.

5.2. CONTROLUL STĂRII CUŢITELOR ŞI COMPENSAREA UZURII

La unele strunguri cu comandă după program sînt prevăzute dispozitive pentru compensarea uzurii cuţitelor. Controlul stării cuţitului este prevăzut, de cele mai multe ori, în acelaşi timp cu compensarea uzurii cuţitului. Această compensare se realizează de obicei după una din următoarele variante:

— cu ajutorul unui traductor care, supus acţiunii unei mărimi de o anumită natură, o traduce într-o mărime de altă natură, care depinde în mod biunivoc de prima;

— cu aducerea tăișului totdeauna în același punct care coincide cu originea coordonatelor.

5.2.1. **Compensarea uzurii cuțitului cu ajutorul unui traductor.** Înainte de prelucrarea fiecărei piese, cuțitul este adus la un post de măsurare, unde i se măsoară uzura cu ajutorul unui traductor. Dacă traductorul nu se află în poziția zero, cuțitul este deplasat înainte de un dispozitiv de acționare special pentru compensarea uzurii sale pînă cînd traductorul indică poziția zero. Controlul uzurii cuțitului se realizează prin intermediul unor traductoare foarte sensibile cu contacte, inductiv-diferențiale sau cu scîntei electrice.

5.2.2. **Compensarea uzurii cuțitului cu aducerea tăișului în același punct.** În fig. 13.9 este reprezentată schema dispozitivului de compensare a uzurii cuțitului la un strung automatizat. Plăcile *1* și *2* ajută la potrivirea inițială, corectă a cuțitului *3* față de piesa de prelucrat *4*. Înainte de începerea prelucrării fiecărei piese, cuțitul este adus spre plăcile dispozitivului de compensare. Inițial, cuțitul primește o mișcare lentă în direcția plăcii *1* spre punctul *A* aflat în spatele plăcii. Cuțitul ajungînd în *B* atinge placa și se oprește. Comanda pentru oprire este primită prin închiderea circuitului dintre placă și cuțit. După aceea, cuțitul este retras cu o distanță strict determinată în punctul *C*. Apoi cuțitul primește o mișcare în direcția punctului *D*, adică în spatele plăcii *2*. Cuțitul ajunge pînă la punctul *E* și se oprește. După aceea, el este retras cu o distanță strict determinată pînă în punctul *O*. Coordonatele acestui punct față de piesă sînt cunoscute. Apoi, cuțitul se deplasează spre piesă după coordonatele prescrise prin program. În consecință punctul *O* este punctul inițial în care se așază tăișul cuțitului oricare ar fi uzura acestuia.

Fig. 13.9. Schema dispozitivului de compensare a uzurii cuțitului la un strung automatizat.

5.3. SISTEME DE COMANDĂ DUPĂ PROGRAM CU ELEMENTE DE AUTOREGLARE

Asemenea sisteme se obțin fie cu reglarea intermediară la dimensiune fie cu reglarea regimurilor de prelucrare, în scopul obținerii unei productivități maxime.

5.3.1. **Reglarea intermediară automată la dimensiune.** Acest sistem de reglare diferă de metodele de compensare a uzurii cuțitului deoarece în acest caz se realizează reglarea automată a procesului de prelucrare și de obicei sînt prevăzute legături inverse (de reacție) care controlează

dimensiunea pieselor. Ca atare în acest caz are loc reglarea automată a procesului pentru obținerea unor piese cu dimensiunile prescrise, oricare ar fi cauza care provoacă abaterea dimensiunilor față de aceste valori, în timp ce în cazul compensării uzurii cuțitului se înlătură numai cauza principală care provoacă abaterea dimensiunilor, adică uzura cuțitului.

În fig. 13.10 este reprezentată *schema structurală generală a unui sistem de reglare intermediară automată.* Sistemul se compune din următoarele ansambluri: dispozitivul de măsurare *DM*, care controlează direct sau indirect dimensiunile piesei *1* în timpul prelucrării; dispozitivul de calcul (aritmetic) *DA*, în care sînt prelucrate rezultatele măsurării, obținîndu-se un parametru care caracterizează calitatea reglării; dispozitivul pilot *DP*, în care se introduce valoarea teoretică a parametrului care caracterizează reglarea corectă; dispozitivul de comparare *DC*, în care se compară parametrii primiți de la dispozitivul de comandă *DCd*, ce comandă dispozitivul de acționare *A*, care servește la deplasarea cuțitului *2*.

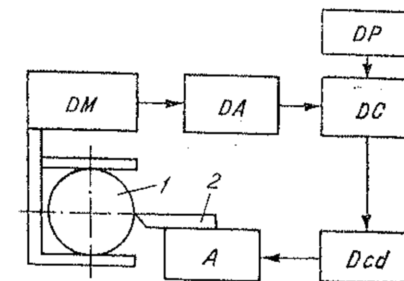


Fig. 13.10. Schema structurală generală a unui sistem de reglare intermediară automată la dimensiune.

Elementul cel mai important al sistemului de reglare intermediară automată la dimensiune îl prezintă dispozitivul de calcul, al cărui principiu de funcționare determină principiul de reglare a sistemului.

Sistemele de reglare automată la dimensiune se realizează după următoarele principii de bază:

— se controlează fie dimensiunea fiecărei piese fie dimensiunea unei piese prin sondaj, după un anumit număr de piese și pe baza rezultatelor fiecărei măsurări se dă comanda pentru reglarea intermediară a poziției cuțitului;

— se controlează dimensiunea fiecărei piese și pe baza fiecărei măsurări se dă comanda pentru reglarea intermediară, care se realizează prin impulsuri mici adică printr-o deplasare a cuțitului mult mai mică decît abaterea măsurată față de dimensiunea prescrisă;

— se controlează dimensiunea fiecărei piese, se calculează media aritmetică a rezultatelor măsurilor unui anumit număr de piese și se compară media cu dimensiunea prescrisă; reglarea intermediară se face cu o distanță corespunzătoare diferenței calculate.

5.3.2. **Reglarea în scopul obținerii regimului optim de așchiere.** În sistemul de comandă al strungului se include un aparat pentru calcularea regimurilor optime de așchiere astfel încît pe baza semna-

lelor date de acest aparat să se stabilească automat parametrii regimurilor de aşchiere. Pentru stabilirea regimurilor optime de aşchiere la strunguri se folosesc aparate cu introducera manuală a datelor iniţiale,

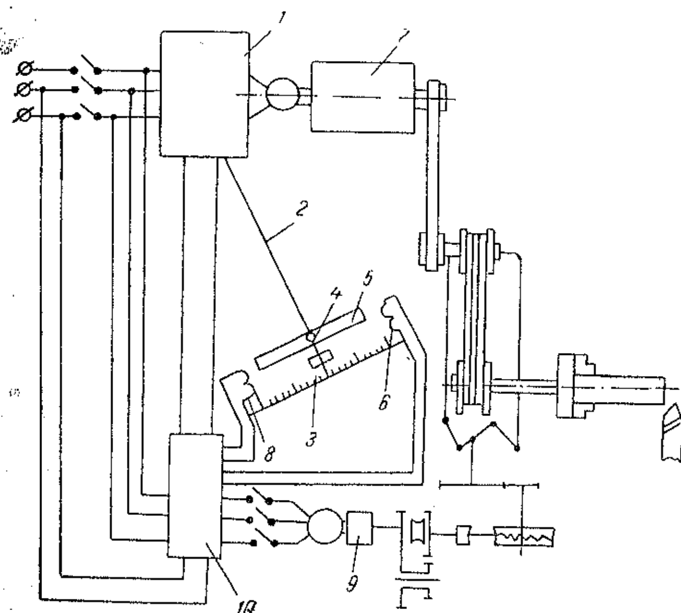


Fig. 13.11. Schema dispozitivului pentru menţinerea automată a puterii.

cu căutarea manuală a soluţiei şi cu controlul vizual pe baza unui galvanometru de zero. Pentru a putea include aceste aparate într-un sistem de comandă automat ele trebuie automatizate, ceea ce este realizabil din punct de vedere tehnic. În aceste cazuri, programul trebuie să cuprindă informaţii suplimentare cu privire la durabilitatea cuţitului, rigiditatea şi materialul piesei, rezistenţa şi rigiditatea strungului şi cu privire la alţi parametri de care se ţine seama la calculul regimurilor optime de aşchiere. Asemenea aparate nu sînt sisteme cu autoreglare, deoarece aparatul de calcul nu este altceva decît un dispozitiv de convertire mai complicat.

În fig. 13.11 este reprezentată schema dispozitivului pentru menţinerea automată a puterii prin care se controlează continuu diferenţa dintre puterea reală consumată de motorul principal şi puterea maximă admisibilă. Cînd există asemenea diferenţă, turaţia arborelui principal se modifică pentru o valoare constantă a avansului său, invers se modifică avansul pentru o turaţie constantă a arborelui

principal, astfel încît puterea motorului să rămînă constantă. În cazul folosirii acestui sistem, durabilitatea cuţitului şi rigiditatea strungului trebuie să fie suficient de mari.

La acest sistem puterea motorului *7* este controlată de traductorul de putere *1*, realizat pe baza unui wattmetru astatic de precizie. Pe acul indicator *2* al wattmetrului este fixat un ecran de comandă *3* şi un amortizor constituit din lama *4* cufundată în rezervorul *5*, umplut cu ulei. În cazul unor abateri ale puterii consumate, ecranul *3* acţionează asupra bobinelor *6* şi *8* conectate în circuitele de grilă ale releelor electronice *10*, care pornesc motorul *9* al unui variator mecanic folosit la schimbarea turaţiei arborelui principal.

La pornirea strungului, arborele principal are o turaţie minimă şi de aceea sarcina şi puterea absorbită de motorul *7* sînt şi ele minime. Acul indicator *2* se roteşte spre bobina *8*, iar releul electronic *10* porneşte motorul *9* al variatorului. Turaţia arborelui principal creşte, ceea ce duce la creşterea puterii absorbite de motorul *7*. În momentul în care această putere creşte pînă la valoarea prescrisă, acul *2*, al traductorului de putere *1* ajunge în poziţia neutră şi releul *10* opreşte motorul *9* al variatorului. Sistemul reacţionează la orice abateri ale puterii absorbite de motorul *7*, modificînd turaţia arborelui principal astfel încît puterea motorului *7* să rămînă constantă.

În cazurile în care durabilitatea cuţitului limitează productivitatea, iar puterea nominală a motorului este mare şi nu este folosită în întregime, se utilizează un sistem cu ajutorul căruia se controlează temperatura tăişului cuţitului şi, în cazul în care această temperatură scade sub valoarea maximă admisibilă, se modifică avansul sau turaţia arborelui principal astfel încît temperatura să rămînă constantă.

5.4. MAŞINI-UNELTE CU COMANDĂ DUPĂ PROGRAM CONSTRUITE ÎN R.S.R.

Ritmul rapid de industrializare a ţării noastre şi creşterea continuă a productivităţii muncii au impus folosirea pe scară largă în industria constructoare de maşini a procedeelor moderne de prelucrare a metalelor.

Un rol hotărîtor la creşterea productivităţii muncii şi la reducerea termenelor de fabricaţie l-a avut fabricarea maşinilor-unelte cu comandă după program.

Dintre maşinile-unelte cu comandă după program construite pînă în prezent în R. S. R. se menţionează cele fabricate de către:

— Întreprinderea Maşini-Unelte şi Agregate Bucureşti (I.M.U.A.B.)
  — strungurile carusel cu afişaj de cote: SC 1600-A (Ø piesă = 1600 mm), SC 2000—A (Ø = 2 000 mm), SC 2500 — A (Ø = 2 500 mm), SC 3200—A (Ø = 3 200 mm);

— strungurile carusel cu comandă numerică: SC 1250—1NC (Ø = 1 250 mm), SC 1600—1 NC (Ø = 1 600 mm);
— strungurile carusel cu comandă secvenţială: SC 1250—1CS (Ø = 1 250 mm), SC 1600—1 CS (Ø = 1 600 mm);
— maşinile orizontale de alezat şi frezat cu afişaj de cote: AF 100—A, AF 130—A, AF 150—A cu diametrul arborelui de alezat de 100 mm, 130 mm şi respectiv 150 mm;
— maşina orizontală de alezat şi frezat cu comandă numerică AF 100—NC (Ø = 100 mm);
— maşinile de frezat longitudinal cu portal, cu afişaj de cote: FLP 1000—A (lăţimea mesei l = 1 000 mm), FLP 1600—A (l = 1 600 mm).

— Întreprinderea Strungul Arad:
strungul paralel de producţie, cu comandă numerică SP 630—NC (Ø = 630 mm);
— strungul paralel de conturare, cu comandă numerică SP 630—NCC (Ø = 630 mm);
— strungurile paralele cu afişaj de cote: SNA 450—A (Ø = 450 mm), SNA 500—A (Ø = 500 mm), SNA 560—A (Ø = 560 mm);
— strungul-revolver cu comandă numerică SR 100 — NC (Ø = 100 mm).

— Întreprinderea Mecanică Roman:
— strungurile carusel cu afişaj de cote SC 1250—A (Ø = 1 250 mm), SC 1250—1A (Ø = 1 250 mm).

— Întreprinderea Maşini-unelte Bacău:
— maşinile orizontale de alezat şi frezat, cu afişaj de cote: AFD 100 (Ø = 100 mm), AF 63—2A (Ø = 63 mm), AF 80—2A (Ø=80 mm), AF 85—A (Ø=85 mm), AFD 100—A (Ø = 100 mm);
— maşina de frezat longitudinal portală, cu afişaj de cote FLP 660—A (lăţimea mesei L = 660 mm).

— Întreprinderea Înfrăţirea Oradea:
— maşina de găurit cu comandă numerică GP 45—NC (Ø = 45 mm);
— maşina de găurit cu cap revolver cu comandă numerică GPR 45—NC (Ø = 45 mm);
— maşina de frezat verticală cu comandă numerică FV 500—NC (lăţimea mesei l = 500 mm);
— maşina de frezat verticală de conturare, cu comandă numerică FV 500—NCC (lăţimea mesei l = 500 mm);
— maşina de frezat verticală cu afişaj de cote FV 500 — A (lăţimea mesei l = 500 mm).

Capitolul 14

LINII AUTOMATE

O linie automată reprezintă un grup de maşini-unelte automate, legate intr-un sistem automat unic şi care execută continuu o serie de operaţii succesive ale procesului tehnologic de prelucrare a unei piese oarecare.

Pentru unirea maşinilor automate izolate într-un sistem automat unic, toate maşinile trebuie să fie legate între ele printr-un sistem de transport automat, care să transporte piesa de prelucrat de la un post de lucru la următorul şi să se asigure un ciclu de lucru sincronizat în timp.

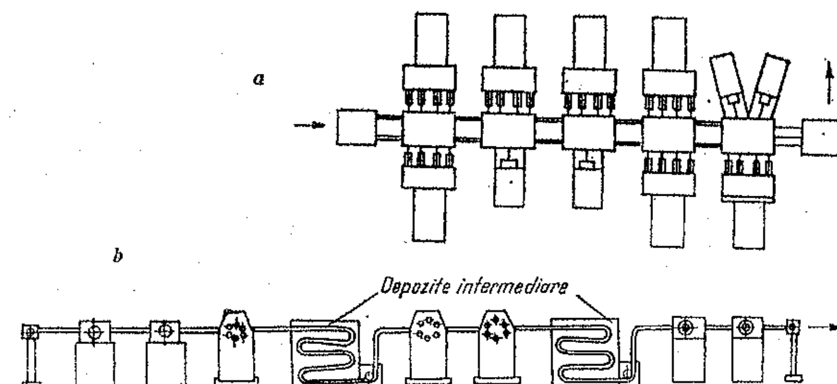


Fig. 14.1. Linii automate:
a — cu legătură rigidă; *b* — cu legătură elastică.

Cu ajutorul liniilor automate se obţine forma cea mai avansată de automatizare a proceselor tehnologice, care elimină complet participarea directă a omului la procesele de prelucrare.

Din punctul de vedere al legăturilor dintre diferite maşini liniile automate se clasifică în:

— *linii automate cu legătură rigidă* (fig. 14.1, *a*), la care prelucrarea pieselor se execută în acelaşi timp la toate posturile de lucru, în confor-

mitate cu ciclul sincronizat. În această situaţie, semifabricatele se deplasează de la un post la altul prin intermediul unui transportor cu pas. Astfel de linii s-au construit la „Uzina de autocamioane" şi la Uzina „Tractorul" din Braşov pentru prelucrarea blocurilor şi chiulaselor motoarelor de autocamioane şi tractoare. Ele sînt formate din mai multe maşini-unelte agregat;

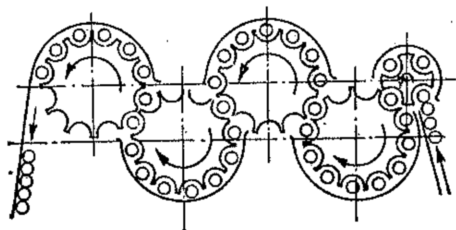
— *linii automate cu legătură elastică* (fig. 14.1, *b*), care sînt caracterizate prin legăturile elastice (de obicei sub formă de lanţuri) dintre maşinile componente ale liniei şi prin introducerea între maşini sau între grupurile de maşini a unor buncăre sau dispozitive intermediare. Aceste buncăre asigură o funcţionare continuă a liniei pe o anumită perioadă de timp, în cazul defectării alimentării normale a liniei. Liniile automate cu legătură elastică se folosesc pentru piese de dimensiuni mai mici.

Din punctul de vedere al modului cum se prelucrează semifabricatul, liniile automate pot fi:

— *în flux continuu*, dacă piesa este supusă prelucrării în timpul transportului;

— *în flux discontinuu*, cînd transportul piesei reprezintă o cursă în gol.

O productivitate mai mare o au liniile în flux continuu, ele fiind formate din mai multe maşini de tip rotor (fig. 14.2).


Fig. 14.2. Linie automată în flux continuu.

Orice linie automată este constituită din maşini-unelte agregat echipate cu scule aşchietoare necesare, mecanisme de transport, dispozitive de poziţionare, prindere şi control, instalaţii pentru evacuarea aşchiilor etc., formînd un sistem unic, cu funcţionare automată. Ciclul de lucru se desfăşoară prin sincronizarea mişcărilor tuturor elementelor componente ale liniei cu ajutorul unor posturi de comandă. Comenzile pot fi electrice, hidraulice sau pneumatice, realizate de obicei prin intermediul a trei elemente: *traductorul*, care emite semnalul de comandă pentru realizarea mişcării necesare, *elemente de amplificare*, care amplifică semnalul primit de la traductor şi-l transmit elementului de execuţie, şi *elementele de execuţie*, care reprezintă în mod obişnuit motoare electrice, electromagneţi sau ambreiaje electromagnetice.

Pentru a face cît mai rentabilă construirea unei linii automate trebuie luate o serie de măsuri care să reducă valoarea investiţiilor

şi să ridice valoarea economiilor realizate. Din prima serie de măsuri se menţionează: construirea liniei din unităţi tipizate, realizarea cît mai economică a acestor unităţi, recuperarea în procent cît mai mare a unităţilor liniei la schimbarea profilului de producţie. În a doua serie de măsuri se recomandă: aplicarea celor mai economice variante tehnologice de prelucrare şi mărirea seriei anuale de fabricaţie. Aceasta se poate realiza prin extinderea la liniile automate a procedeului de prelucrare a pieselor pe principiul grupării tehnologice.

O aplicare raţională a acestui procedeu la linii automate necesită îndeplinirea următoarelor condiţii: prelucrarea pieselor asemănătoare, utilizarea unor capete de forţă care se pot adapta uşor, mijloace rapide de schimbare şi reglare a sculelor etc.

Piesele trebuie să fie asemănătoare ca geometrie exterioară, ca ordin de mărime a dimensiunilor şi pe cît posibil ca baze de aşezare şi strîngere. De asemenea este necesar ca piesele să fie construite din acelaşi material sau din materiale cu proprietăţi mecanice cît mai apropiate. Ca atare se recomandă: utilizarea unor scule identice ca material şi formă geometrică, a aceluiaşi lichid de răcire-ungere şi a unor regimuri de lucru cu valori apropiate.

O schimbare şi aşezare rapidă a sculelor, precum şi schimbarea şi reglarea dispozitivelor, se obţine prin utilizarea şabloanelor de poziţionare, prin cutii multiax cu axe cardanice uşor reglabile şi prin dispozitive de construcţie specială care se pot monta în timp foarte scurt.

În ultimul timp s-au experimentat următoarele trei variante de mecanizare a operaţiei de reglare dimensională a sculelor: reînoirea automată a tăişului sculei, compensarea elastică a uzurii dimensionale şi reglarea automată a dimensiunilor prin impulsuri mici.

Pentru funcţionarea corectă a unei linii automate şi pentru securitatea funcţionării în ansamblu, se prevăd conexiuni de semnalizare pentru diferite informaţii (terminarea prelucrării semifabricatelor, dimensiuni necorespunzătoare, defecte de ungere etc.), iar în diferite puncte se prevăd butoane pentru oprirea liniei în caz de pericol.

Prin crearea liniilor automate s-a putut trece la *secţii şi uzine automate*. Automatizarea proceselor tehnologice prin aşchiere a impus în situaţia fabricaţiei în masă, automatizarea lucrărilor din sectoarele calde, precum şi a celor de montaj. În această situaţie muncitorului îi revine rolul de a supraveghea cum se desfăşoară procesul tehnologic şi de a interveni numai cînd se produc abateri faţă de cele stabilite. Astăzi şi acest rol de supraveghere şi conducere a procesului tehnologic este îndeplinit de maşinile electronice de calcul care, primind în orice moment informaţii asupra desfăşurării procesului tehnologic şi făcînd analizele necesare, dau comenzile cuvenite pentru desfăşurarea normală a lucrărilor.

Capitolul 15

MAŞINI-UNELTE AGREGAT

Maşinile-unelte agregat sînt compuse din elemente şi subansambluri tipizate. Din aceste subansambluri se pot constitui maşini agregat individuale pentru orice scopuri tehnologice sau maşini agregat destinate liniilor tehnologice automate.

Maşinile-unelte agregat trebuie să corespundă cerinţelor producţiei moderne, adică:

— să utilizeze procedee înaintate de aşchiere;

— să lucreze simultan, după caz, cu mai multe scule;

— semifabricatul să poată fi prelucrat simultan din mai multe părţi;

— alimentarea cu material să se facă în mers;

— cursele în gol să se efectueze cu viteze mari;

— să dispună de organe de comandă centrală;

— manevrarea şi supravegherea să nu necesite eforturi fizice şi să poată fi executate şi de personal nespecializat.

Folosirea maşinilor agregat prezintă următoarele avantaje: scurtarea timpului de proiectare şi execuţie, reducerea importantă a preţului de cost, asigurarea unei bune funcţionări, simplificarea deservirii şi reparaţiilor, posibilitatea transformării maşinilor în cazul modificării constructive sau a schimbării totale a produsului etc.

Subansamblurile de bază ale oricărei maşini agregat sînt:

— capetele de forţă care asigură efectuarea mişcărilor principale de aşchiere, mişcările de avans şi de reglare;

— elementele de legătură şi de susţinere care sînt compuse din batiu, coloane, suporturi etc.;

— blocurile de comandă, care asigură funcţionarea după ciclul automat al maşinii.

După puterea motoarelor electrice de antrenare, capetele de forţă se împart în trei grupe; capete de forţă mici, cu motor electric de antrenare pînă la 1,7 kW capete de forţă mijlocii, cu motor electric de antenare de 1,7—4,5 kW, şi capete de forţă de dimensiuni mari, cu motor electric de antrenare de 4,5—28 kW. Cele mai răspîndite capete de forţă în liniile automate sînt cele mijlocii şi mari.

După sisemul de acţionare a avansului, capetele de forţă pot fi cu avans mecanic, electromecanic sau pneumohidraulic. Majoritatea agregatelor sînt dotate cu capete de forţă cu acţionare hidraulică. În comparaţie cu sistemul de acţionare mecanic, sistemul de acţionare hidraulic oferă mari posibilităţi de a automatiza orice ciclu de lucru, asigură reglarea fără trepte a valorii avansului şi garantează evitarea automată a suprasarcinilor, oferind în plus şi reducerea uzurilor suprafeţelor în mişcare, datorită faptului că acestea lucrează în ulei.

În funcţie de amplasarea rezervorului de ulei şi a aparatajului hidraulic de distribuţie şi control, capetele de forţă se împart în *capete cu acţionare directă*, la care însăşi cutia mecanismului de antrenare este folosită drept rezervor de ulei şi spaţiu de amplasare a aparatajului hidraulic, şi *capete cu acţionare indirectă* la care rezervorul de ulei şi aparatajul hidraulic sînt amplasate separat de capul de forţă.

Capetele de forţă cu acţionare directă au căpătat o mai mare dezvoltare datorită faptului că sînt mai compacte şi mai ieftine în comparaţie cu capetele de forţă cu acţionare indirectă. Acestea din urmă sînt însă de neînlocuit în majoritatea agregatelor cu unităţi de lucru aşezate vertical şi în acele cazuri speciale cînd procesul tehnologic impune separarea mişcării principale de rotaţie de mişcarea de avans cum este de exemplu cazul cînd trebuie să se introducă sau să se scoată scula aşchietoare din alezajul prelucrat, fără rotirea sculei.

În figura 15.1 sînt reprezentate elementele tipizate din care se compun, în general, maşinile-unelte agregat. Elementul principal îl reprezintă capetele de forţă *1* care asigură desfăşurarea procesului de aşchiere; pentru acţionare agregatele sînt prevăzute cu reductoarele *2* care sînt înglobate uneori în capul de forţă; deplasarea este asigurată de săniile *3* şi *5* cu ajutorul cutiilor de avansuri *4*; piesele de prelucrat se aşază pe mesele *6*, întreg agregatul fiind montat pe batiul *7*.

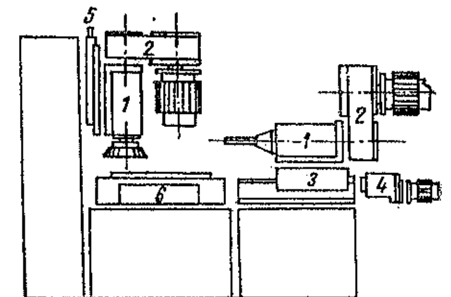


Fig. 15.1. Elementele tipizate ale maşinilor-unelte agregat.

În ţara noastră se construiesc în prezent la FMUAB unităţi de găurire cu comandă hidraulică, destinate maşinilor-unelte agregat care execută găuriri cu scule multiple. Ele fac parte dintr-o serie de elemente tipizate acţionate electrohidraulic prin intermediul unui grup hidraulic independent. Unităţile se fabrică în patru variante purtînd indicativul

UGH cu cifrele de la 1 la 4, fiecare variantă cuprinzînd trei tipodimensiuni (25, 50, 75).

Pentru acţionarea unităţilor de găurire cu comandă hidraulică de tipul UGH sau a altor sisteme hidraulice se foloseşte grupul hidraulic GH–50 fabricat tot la FMUAB. El este echipat cu pompă cu pistoane radiale cu debit variabil-autoreglabil. Caracteristicile tehnice ale grupului GH–50 sînt următoarele:

— debit maxim	50 l/min;
— presiune maximă de lucru	50 kgf/cm²;
— debit prin drosel;	
maxim	1,5 l/min;
minim	0,07 l/min;
— dimensiuni de gabarit	640 × 560 × 980 mm;
— greutate	100 kgf.

În tabela 15.1 sînt indicate caracteristicile tehnice ale unităţilor de găurire UGH fabricate la FMUAB.

Maşinile-unelte agregat pot fi orizontale, verticale, combinate (orizontale şi verticale) sau înclinate. Toate variantele se încadrează în linii tehnologice dotate cu instalaţii de transport mecanice, gravitaţionale (cu role) sau manuale.

Se mai construiesc maşini-unelte agregat la care piesa se deplasează în timpul lucrului, destinate lucrărilor de frezare; acestea sînt de tipul maşinilor de frezat circular cu tambur sau cu masă.

La FMUAB se construiesc maşini-unelte agregat de găurit cu capete de forţă şi scule multiple de tipul Ag G şi Ag FSM. Acestea sînt destinate găuririi şi, respectiv, filetării simultane a pieselor cu configuraţie complexă cum sînt carcasele de ambreaj pentru autocamioane, punţi-spate sau alte piese de acelaşi tip. Ele se construiesc cu unu, două sau trei capete de forţă acţionate hidropneumatic, care lucrează în cicluri automate.

Tabela 15.1. **Caracteristicile tehnice ale unităţilor de găurire UGH**

Caracteristici	25	50	75
Puterea electrică de antrenare, în kW	1,5	1,8	2,2
Forţa de avans, în kgf	1 200	1 200	1 200
Turaţia arborelui principal, în rot/min	98–1 440	98–1 440	98–1 440
Avansul capului de găurire, în mm/min:			
— de lucru	20–200	20–200	20–200
— rapid	3 000	3 000	3 000
Tensiunea, în V	220/380	220/380	220/380
Frecvenţa, în Hz	50	50	50
Dimensiuni de gabarit, în mm:			
— lungime	1 500	1 400	1 650
— lăţime	350	350	350
— înălţime	475	475	475
Greutatea, în kgf	150	200	250

Capitolul **16**

PRECIZIA PRELUCRĂRII PIESELOR

Prelucrarea mecanică a unei piese, în funcţie de construcţia ansamblului în care se montează şi de condiţiile de exploatare, trebuie să se facă cu o anumită precizie. Precizia prelucrării pieselor se caracterizează prin starea (calitatea) suprafeţelor prelucrate şi prin precizia suprafeţelor prelucrate.

1. STAREA SUPRAFEŢELOR

1.1. GENERALITĂŢI

După orice operaţie de prelucrare prin aşchiere (rabotare, frezare, strunjire, rectificare, rodare etc.) rămîn pe suprafeţele pieselor o serie de asperităţi sau microneregularităţi caracterizate prin ridicături şi adîncituri de formă şi mărime foarte variate, care depind de felul operaţiei de prelucrare, de regimul de aşchiere, de natura materialului piesei respective etc.

Starea suprafeţelor unei piese poate fi definită prin caracteristicile care exprimă starea geometrică şi starea fizico-chimică a suprafeţelor respective.

Starea geometrică a suprafeţelor este caracterizată de abaterile geometrice ale piesei reale în raport cu cea definită geometric prin documentaţia tehnică de execuţie.

Starea fizico-chimică a suprafeţei este definită de caracteristicile fizico-chimice ale stratului superficial al piesei respective.

Rugozitatea suprafeţei este evidenţiată prin reprezentarea geometrică a formei microneregularităţilor suprafeţei.

În afară de rugozitate, suprafeţele prelucrate prin aşchiere prezintă şi abateri sub formă de *ondulaţii*, adică denivelări periodice, avînd în general caracter sinusoidal, care sînt provocate de vibraţiile periodice ale sculei şi ale piesei, vibraţii care se produc în procesul de aşchiere.

1.2. CLASIFICAREA ABATERILOR GEOMETRICE ALE SUPRAFEŢEI

Abaterile geometrice ale suprafeţei sînt clasificate în mod convenţional (v. STAS 5730/1–75) în abateri de ordinul 1...4 (tabela 16.1).

Tabela 16.1. **Clasificarea abaterilor geometrice ale suprafeței**

Abaterea geometrică			Suprafața specificată		Suprafața reală		
Ordin de mărime	Denumire	Schiță	Abaterile se înscriu pe desenul de execuție conform	Influența abaterilor în raport cu funcția suprafeței*	Cauzele producerii abaterilor în timpul fabricației*	Mijloacele de evaluare a stării suprafeței prin metoda*: de suprafață	Mijloacele de evaluare a stării suprafeței prin metoda*: de profil
1	Abateri de formă, definite conform STAS 7384—66	Abateri de formă; Direcția generală a profilului	STAS 7385—66	Abaterile de ordinul 1 și 2: — influențează frecarea de alunecare sau rostogolire, etanșeitatea dinamică sau statică, rezultatul măsurării — crează uzura, griparea — diminuează durata de funcționare a pieselor — influențează caracterul ajustajelor	Deformarea elastică sau fixarea greșită a piesei, defecte în ghidajele mașinii-unelte, uzura sau deformarea elementelor mașinii-unelte	— Placă de măsurat — Calibre — Dispozitive de control	— Palpare discontinuă: lunete, comparatoare — Palpare continuă: aparate electronice cu palpator-patină sau cu vîrf, fante de lumină — Dispozitive de control
2	Ondulații (periodice)	Ondulații; Direcția generală a profilului			Abateri de formă ale tăișului sculei, avansul sculei, vibrații de joasă frecvență ale mașinii-unelte sau ale sculei	— Mostre pentru comparație vizo-tactilă — Microscop stereoscopic	— Microscop cu secționare luminoasă — Aparate electronice cu palpator-patină sau cu vîrf
3	Rugozitate: Striații, rizuri (periodice sau pseudoperiodice)	Striații, rizuri; Direcția generală a profilului	STAS 612—75	Abaterile de ordinul 3 și 4 influențează scurgerea fluidelor, etanșeitatea dinamică sau statică, acoperirile electrochimice, rezistența la eforturi alternante	Abateri de formă ale tăișului sculei, avansul sau așezarea sculei, procedeul de prelucrare (la cald sau la rece), modul de formare a așchiei (de rupere, de curgere etc.), vibrații de înaltă frecvență ale mașinii sau sculei, natura sau calitatea lubrifiantului	— Mostre pentru comparație vizo-tactilă — Rugozimetre — Microscop stereoscopic sau electronic — Diverse aparate optice	— Microscop cu secționare luminoasă sau cu interferență — Aparate electronice cu palpator cu vîrf
4	Rugozitate: Smulgeri, urme de sculă și goluri, pori etc. (aperiodice)	Smulgeri, urme de sculă					
Suma abaterilor ordinul 1...4	Profil total	Profil total; Direcția generală a profilului	Ansamblul abaterilor de ordinul 1...4	Analiza ansamblului abaterilor permite determinarea influenței acestora asupra uneia sau mai multor funcțiuni ale suprafeței considerate	Suprapunerea cauzelor producerii abaterilor de ordinul 1 ...4	Complex de mijloace de măsurat pentru evaluarea suprafeței totale considerate	— Aparate electronice cu palpator cu vîrf ($L \geq 25$ mm)

Observații. Indicațiile din tabel marcate cu semnul* sînt informative, enumerarea respectivă, neavînd un caracter limitativ.

1.3. RUGOZITATEA SUPRAFEŢELOR

Rugozitatea unei suprafeţe reprezintă ansamblul micilor neregularităţi (asperităţi), rămase în urma procesului de prelucrare. Aceste neregularităţi pot fi măsurate ca abateri ale profilului efectiv faţă de linia de referinţă, în limitele lungimii de referinţă stabilite.

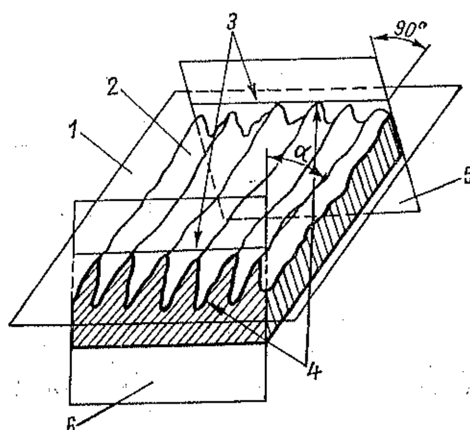


Fig. 16.1. Rugozitatea suprafeţei:
1 — suprafaţa nominală; *2* — suprafaţa efectivă; *3* — profilul nominal; *4* — profilul efectiv; *5* — plan de secţionare perpendicular; *6* — plan de secţionare oblic.

Pentru aprecierea rugozităţii suprafeţei prelucrate trebuie să se cunoască elementele care o determină. În acest scop, este necesar să se reprezinte profilul neregularităţilor obţinut prin secţionarea piesei de studiat cu un plan perpendicular pe direcţia de prelucrare (fig. 16.1).

Se disting următoarele profiluri: real, nominal, efectiv.

Profilul real este conturul rezultat prin intersecţia suprafeţei reale cu un plan convenţional definit în raport cu suprafaţa nominală.

Profilul nominal (profilul geometric) este conturul rezultat prin intersecţia suprafeţei nominale cu un plan convenţional definit în raport cu această suprafaţă (fig. 16.1).

Profilul efectiv (profilul măsurat) este conturul rezultat prin intersecţia suprafeţei efective cu un plan convenţional definit în raport cu suprafaţa nominală (fig. 16.1).

Corespunzător acestor profiluri se definesc următoarele suprafeţe: reală, nominală, specifică şi efectivă.

Suprafaţa reală este suprafaţa care limitează un corp şi îl separă de mediul înconjurător.

Suprafaţa nominală (suprafaţa geometrică) este suprafaţa reprezentată pe desen, definită geometric prin dimensiunile nominale, fără abateri geometrice de ordinul 1 ... 4.

Suprafaţa specificată este suprafaţa nominală, sau un element al acesteia, căreia i s-au prescris abateri la dimensiuni şi abateri geometrice de ordinul 1 ... 4.

Suprafaţa efectivă (suprafaţa măsurată) este imaginea cea mai apropiată a suprafeţei reale, reprodusă prin măsurarea acesteia (fig. 16.1).

O serie de termeni privind rugozitatea sînt definiţi în continuare.

Neregularităţile suprafeţei (sau profilului) sînt proeminenţele şi golurile suprafeţei (respectiv profilului).

Orientarea neregularităţilor (sinonim: motivul suprafeţei) este imaginea dată de direcţia predominantă a neregularităţilor şi care în general este determinată de procedeul utilizat pentru obţinerea suprafeţei respective. Modul de notare pe desen a orientării neregularităţilor este indicat în STAS 612-75.

Direcţia de măsurare este direcţia care dă valoarea maximă a abaterii geometrice măsurate.

Linia de referinţă este linia aleasă convenţional pentru evaluarea cantitativă a profilului efectiv.

Sistemul este metoda de calcul utilizată pentru evaluarea cantitativă a profilului efectiv în raport cu linia de referinţă aleasă.

Profilul total (*P*) este ansamblul neregularităţilor care formează abaterile geometrice de ordinul 1 ... 4 (v. fig. 16.2).

Ondulaţia (*W*) este ansamblul neregularităţilor periodice care formează abaterile geometrice de ordinul 2 şi al căror pas este de cîteva ori mai mare decît adîncimea lor (v. fig. 16.2).

Rugozitatea (*R*) este ansamblul neregularităţilor care formează abaterile geometrice de ordinul 3 şi 4 şi al căror pas este relativ mic în raport cu adîncimea lor (v. fig. 16.2).

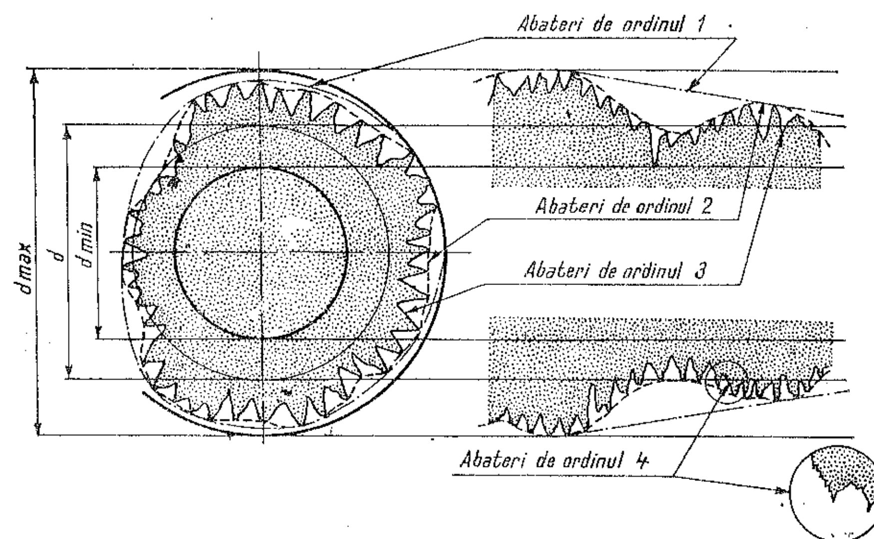


Fig. 16.2. Abateri geometrice de ordinul 1...4.

În continuare se definesc termenii specifici rugozității și ondulației în sistemul M.

Lungimea de bază l este lungimea liniei de referință aleasă convențional pentru a defini rugozitatea (respectiv ondulația) fără influența celorlalte abateri (fig. 16.3).

Lungimea de măsurare L este lungimea liniei de referință aleasă pentru măsurarea parametrilor de profil. Ea poate cuprinde una sau mai multe lungimi de bază.

Linia medie a profilului m este linia de referință care are forma profilului nominal și care, în limitele lungimii de bază, împarte profilul efectiv astfel încît suma pătratelor ordonatelor ($y_1, y_2 \ldots y_n$) profilului

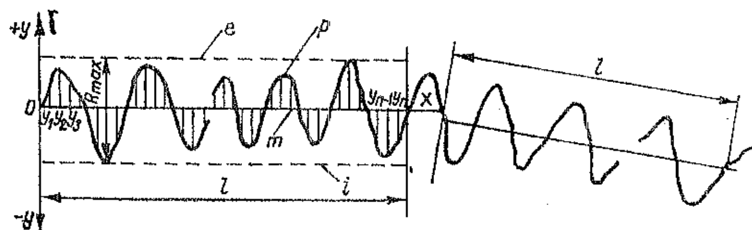


Fig. 16.3. Curba profilului rugozității în sistemul M: *p* — profil efectiv; *l* — linie de bază; *m* — linie medie; *e* — linie exterioară; *i* — linie interioară.

în raport cu această linie să fie minimă (fig. 16.3), respectiv $\int_0^l y^2 dx = \text{minim}$.

Sistemul liniei medii (Sistemul M) este sistemul de calcul la care linia medie a profilului sau o linie echidistantă cu aceasta este aleasă ca linie de referință.

Linia exterioară a profilului e este linia paralelă cu linia medie, care, în limitele lungimii de bază, trece prin punctul cel de mai jos al profilului efectiv (nu se iau în seamă proeminențele cu caracter întîmplător) (v. fig. 16.3).

Linia interioară a profilului i este linia paralelă cu linia medie, care, în limitele lungimii de bază, trece prin punctul cel mai de jos al profilului efectiv (nu se iau în considerație golurile care au un caracter întîmplător, v. fig. 16.3).

Pasul neregularităților (lungimea de undă a neregularităților sau frecvența neregularităților) *S* este distanța între punctele cele mai de sus a două proeminențe consecutive ale profilului efectiv (fig. 16.4).

Adîncimea medie a rugozității în zece puncte R este diferența între media aritmetică a ordonatelor celor de mai sus cinci proeminențe și a

celor de mai jos cinci goluri ale profilului efectiv, măsurate, în limitele lungimii de bază, de la o dreaptă paralelă cu linia medie și care nu intersectează profilul (fig. 16.5).



Fig. 16.4. Profilul efectiv al rugozității

$$R_z = \frac{(R_1 + R_3 + R_5 + R_7 + R_9) - (R_2 + R_4 + R_6 + R_8 + R_{10})}{5}.$$

Adîncimea medie a ondulației în 5 puncte W_z este media aritmetică a cinci înălțimi maxime ale ondulației, determinate în limitele a cinci lungimi de bază egale (fig. 16.6) : $W_z = \frac{W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5}{5}$.

Abaterea medie aritmetică a profilului R_a este valoarea medie a ordonatelor ($y_1, y_2 \ldots y_n$) punctelor profilului efectiv față de linia medie a profilului. Suma ordonatelor se face fără a ține seama de semnul algebric:

$$R_a = \frac{1}{l}\int_0^l |y|\, dx$$

sau, aproximativ:

$$R_a = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} |y_i|}{n}$$

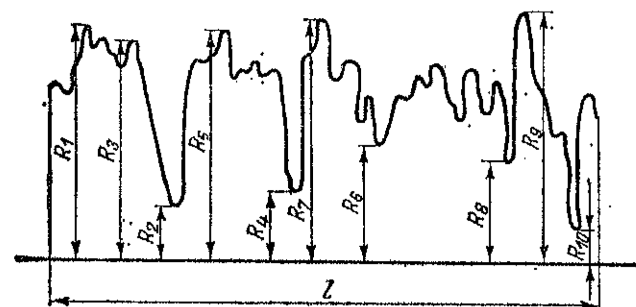


Fig. 16.5. Curba profilului rugozității R_z în 10 puncte.

Între criteriile R_a și R_z există următoarea relație de legătură:

$$\log R_z = 0{,}65 + 0{,}97 \log R_a$$

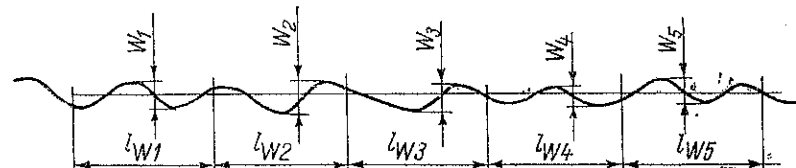


Fig. 16.6. Curba profilului ondulației W_z în 5 puncte.

În afară de criteriile R_a și R_z s-a mai admis și un criteriu secundar R_{max} (*înălțimea maximă a neregularităților*), care reprezintă distanța dintre linia exterioară *e* și linia interioară *i* a profilului neregularităților.

1.4. PRESCRIEREA RUGOZITĂȚII ȘI ONDULAȚIEI SUPRAFEȚEI

1.4.1. Prescrierea rugozității suprafeței. Rugozitatea suprafeței se prescrie explicit numai atunci cînd limitarea ei este necesară din punct de vedere funcțional sau al aspectului, chiar dacă aplicarea tehnologiei curente de fabricație și respectarea toleranțelor stabilite la dimensiuni îi asigură o valoare corespunzătoare.

În cazul în care rugozitatea unei suprafețe nu prezintă interes funcțional sau de aspect, aceasta nu se prescrie explicit, ea rezultînd implicit din tehnologia de fabricație aplicată în scopul realizării toleranțelor stabilite la dimensiuni și din indicațiile generale de pe desen privind starea suprafeței respective (simboluri fără valori conform STAS 612-75).

Rugozitatea suprafeței se prescrie prin parametrul R_a. Prescrierea rugozității prin parametrul R_z, prin alt parametru, sau prin mai mulți parametri deodată, se face numai dacă este funcțional necesară respectarea acestora.

Pentru fiecare parametru de profil (R_a, R_z, l, R_{max} etc.) se stabilește un șir de valori. Astfel, după STAS 5730/2-75, șirul valorilor numerice pentru abaterea medie aritmetică R_z este redat în tabela 16.2; pentru adîncimea totală R_{max} și adîncimea medie în 10 puncte R_z — în tabela 16.3; pentru lungimea de bază l — în tabela 16.4.

Tabela 16.2. **Șirul valorilor numerice pentru abaterea medie aritmetică R_a (în μm)**

0,008	0,040	**0,20**	1,00	5,0	**25**	125
0,010	**0,050**	0,25	1,25	**6,3**	32	160
0,012	0,063	0,32	**1,60**	8,0	40	200
0,016	0,080	**0,40**	2,0	10,0	**50**	250
0,020	**0,100**	0,50	2,5	**12,5**	63	320
0,025	0,125	0,63	**3,2**	16,0	80	400
0,032	0,160	**0,80**	4,0	20	**100**	

Tabela 16.3. **Șirul valorilor numerice pentru adîncimea totală R_{max} și adîncimea medie în 10 puncte R_z (în m)**

0,025	**0,125**	0,63	3,2	16	80	**400**
0,032	0,160	0,80	**4,0**	20	**100**	500
0,040	0,20	**1,00**	5,0	**25**	125	630
0,050	**0,25**	1,25	6,3	32	160	800
0,063	0,32	1,60	**8,0**	40	**200**	1 000
0,080	0,40	**2,00**	10,0	**50**	250	1 250
0,100	**0,50**	2,5	**12,5**	63	320	1 600

Tabela 16.4. **Șirul valorilor numerice pentru lungimea de bază (în mm)**

0,08	**0,25**	**0,80**	**2,5**	**8**	25

Tabela 16.5. **Corespondența între valorile preferențiale ale lungimii de bază l cu cele ale parametrilor R_a și respectiv R_z**

R_a		R_z	l
Simbolul clasei de rugozitate	μm maximum	μm maximum	mm
N0	0,012	0,063	0,08
N1	0,025	0,125	
N2	0,05	0,25	
N3	0,10	0,5	0,25
N4	0,20	1,0	
N5	0,40	2,0	
N6	0,80	4,0	
N7	1,60	8,0	0,8
N8	3,2	12,5	
N9	6,3	25	
N10	12,5	50	2,5
N11	25	100	
N12	50	200	8
N13	100	400	

Observație. Tabelul nu poate servi pentru corespondența între R_a și R_z.

Valorile tipărite cu caractere grase (aldine) sînt preferențiale.

Corespondența între valorile preferențiale ale lungimii de bază l cu cele ale parametrilor R_a și respectiv R_z este indicată în tabela 16.5.

Valorile numerice ale rugozității se raportează la un plan perpendicular pe suprfața nominală și, fără alte indicații, sînt considerate ca valori maxim admisibile.

În părțile scrise ale documentației de bază, valoarea parametrilor de profil se indică prin valoarea lor numerică precedată de simbolul aferent, de exemplu, R_a 0,20 sau R_z 100. În cazul cînd este necesar să se indice și valoarea minimă admisibilă, aceasta se va scrie de exemplu: max R_a 25, min R_a 6,3 sau $R_{a6,3}^{25}$.

1.4.2. Prescrierea ondulației suprafeței. Ondulația suprafeței se prescrie numai atunci cînd aceasta este absolut necesar din punct de vedere funcțional.

Valorile numerice ale parametrilor de profil se raportează la un plan perpendicular pe suprafața nominală.

Șirul valorilor recomandate pentru adîncimea medie în 5 puncte a ondulației W, este prezentat în tabela 16.6.

Tabela 16.6. **Șirul valorilor recomandate pentru adîncimea medie a ondulației W în 5 puncte.**

0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2	6,3	12,5	25	50	100	200

1.5. VALOAREA RUGOZITĂȚII SUPRAFEȚEI R_a ÎN FUNCȚIE DE DIFERITELE PROCEDEE DE PRELUCRARE ȘI CRITERII DE ALEGERE A ACESTEIA ÎN CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

În tabela 17.6 se indică rugozitățile care se obțin prin diferitele operații de prelucrare, precum și domeniul de utilizare a diferitelor aparate pentru controlul suprafețelor prelucrate.

În cele ce urmează se dau informativ unele exemple de alegere a rugozității în diferitele domenii ale construcției de mașini:

R_a 50 ... R_a 100: suprafețe grosolane. Suprafețe neprelucrate, curățate. De exemplu: piese turate în amestec de formare și nisip, suprafețe forjate, laminate, matrițate, tăiate, ambutisate, găuri fără importanță;

R_a 12,5 ... R_a 25: suprafețe de contact grosolane, fără mișcare. Suprafețe libere și nefuncționale ale orificiilor. De exemplu: suprafețe de așezare la piese mari și grele, suprafețe cu condiții de aspect; piese turnate în cochilă;

R_a 6,3: suprafețe de contact nesolicitate și fără centrare. Suprafețe exterioare, vizibile, ale organelor de mașini. De exemplu: etanșări cu garnituri nemetalice, filete la toate organele de asamblare uzuale și semiprecise;

Tabela 16.7. **Valoarea rugozității suprafețelor în funcție de diferitele procedee de prelucrare**

Felul prelucrării	Grupa	Foarte netedă ∇∇∇∇					Netedă ∇∇∇		Semінetedă ∇∇				Degroșată Δ		
	Clasa de calitate	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	Valoarea R_a, μm	0,012	0,025	0,05	0,10	0,20	0,40	0,80	1,60	3,2	6,3	12,5	25	50	100
Strunjire și rabotare	Degroșare											+	+	+	+
	Finisare								+	+	+	+	+		
	Fină (cu diamant)						+	+	+						
Strunjire	Degroșare												+	+	+
	Finisare								+	+	+	+			
	Fină (cu diamant)					+	+	+							
Alezare	Semifinisare								+						
	Finisare						+	+							
Frezare cilindrică	Degroșare										+	+	+	+	
	Semifinisare								+	+	+				
Frezare frontală	Degroșare										+	+	+	+	
	Semifinisare								+	+	+				
	Finisare							+	+						
Rectificare	Degroșare								+						
	Semifinisare						+	+							
	Finisare				+	+									
Broșare	Semifinisare							+	+						
	Finisare					+	+								
Lepuire	Degroșare						+								
	Semifinisare			+	+										
	Finisare	+	+	+											
Lustruire	Degroșare					+	+								
	Finisare			+	+										
Honing	Degroșare					+	+								
	Finisare		+	+	+										
Semifinisare cu rigle	Prelimnară				+	+									
	Finală	+	+	+	+										

Aparatele pentru controlul rugozității și domeniilor de măsurare

- Microinterferometru | Microscop comparator
- Aparate pneumatice cu ajutaj automat
- Profilograf
- Profilometru
- Optimetru
- Etaloane și celelalte metode integrale

R_a 3,2 : suprafețe de contact fără mișcare, transmisii cu uzură redusă, condiții de aspect. De exemplu : fusuri și lagăre de transmisii normale, găuri de centrare, filete metrice, trapezoidale, rotunde, pătrate și pentru țevi ; segmenți de piston ; suprafețe laterale ale flancurilor danturilor roților melcate, conice și de lanț, ale filetelor, ale canalelor la roțile pentru curele trapezoidale ;

R_a 1,6 : suprafețe de ghidare și de centrare la mișcări periodice. Suprafețele de contact puțin solicitate. De exemplu : alezajele lagărelor de alunecare ; arbori și alezaje la reductoare ; suprafețe de contact la carcase de fontă ;

R_a 0,80 : uzură redusă la viteze și tensiuni de contact reduse și la forțe axiale. Suprafețe de centrare. Suprafețe nefuncționale ale pieselor, care urmează să fie cromate, nichelate. De exemplu : suprafețe de etanșare pentru garnituri de pîslă ; suprafețe de alunecare la pene paralele ; cuzineți rectificați ; piulițe la transmisii cu filet ;

R_a 0,40 : uzură redusă la viteze și tensiuni de contact mijlocii. Suprafețe de centrare. Suprafețe de contact greu solicitate. Suprafețe nefuncționale ale pieselor care urmează a fi cromate, nichelate etc. De exemplu : suprafețe de alunecare la pene ; șuruburi conducătoare cilindri lucrînd cu segmenți ; suprafața cilindrică a pistoanelor, fusuri la mașini electrice mari ; suprafețe de etanșare la ventile, sertare, garnituri-manșetă, presgarnituri (la mișcări dute-vino), filete rectificate ;

R_a 0,20 : suprafețe supuse la frecare și de uzura cărora depinde și precizia de lucru a mecanismului ; suprafețe lustruite de exemplu : lagăre la arbori cotiți și la arbori cu came ; fusuri de manivelă ; fusuri la turbine și la reductoare de mare viteză ; ghidare la mașini-unelte ; conuri de fixare la scule ; filete rectificate ; suprafețe de contact ale calibrelor ;

R_a 0,10 : joc redus între suprafețe de ghidare precisă. Aparate de măsurat mai puțin precise. Suprafețe exterioare precise. Suprafețe de contact. De exemplu : etanșări pretențioase la presiuni relativ mari, fără garnituri ; fusuri și cuzineți la articulații și lagăre la mecanisme și mașini-unelte rapide și de precizie ; pistoane și cilindri de pompe de injecție ;

R_a 0,05 : uzură redusă la suprafețe funcționale. Aparate de măsurat precise. De exemplu : suprafețe de centrare precisă la dornuri și scule de mare precizie ; suprafețe de măsurare la comparatoare și calibre de lucru ;

R_a 0,025 ; uzuri reduse la viteze mari și tensiuni de contact relativ mari. Aparate de măsurat foarte precise. De exemplu : lagăre principale la mașini-unelte de mare precizie ; cale plan-paralele ;

R_a 0,012 : uzuri foarte reduse la tensiuni de contact mari. Aparate de măsurat de mare precizie. De exemplu : căi de rulare la rulmenţi de precizie; suprafeţe de măsurare la aparate de măsurat optico-mecanice; cale plan-paralele.

2. PRECIZIA SUPRAFEŢELOR PRELUCRATE

2.1. NOŢIUNI GENERALE

Precizia suprafeţelor prelucrate se caracterizează prin precizia dimensiunilor, prin regularitatea formelor geometrice şi prin poziţia relativă corectă a diferitelor suprafeţe ale piesei.

Dimensiunile pieselor au un rol triplu : precizează forma suprafeţei, determină mărimea acesteia şi fixează poziţia reciprocă a suprafeţelor piesei. Prin prelucrare, dimensiunile şi corelaţiile (coaxialitate, paralelism perpendicularitate etc.) indicate în desenul de execuţie al piesei nu pot fi realizate absolut precis, ci cu unele abateri. Aceste abateri se datoresc unor erori care apar în procesul tehnologic al prelucrării mecanice şi ele se pot raporta la dimensiuni care determină aceste suprafeţe (abateri de dimensiune), la forma suprafeţelor piesei (abateri de formă) şi la dimensiuni şi corelaţii care determină poziţia suprafeţelor între ele (abateri de poziţie).

Erorile care influenţează în mod deosebit precizia unei piese sînt erorile de prelucrare. Cauzele mai importante ale erorilor de prelucrare sînt : neprecizia de fabricaţie a maşinii-unelte şi a dispozitivelor de lucru, neprecizia de execuţie a dispozitivelor de prindere, neprecizia fixării pieselor de prelucrat, uzura sculelor, vibraţiile etc.

Erorile de prelucrare provocate de lipsa de precizie a maşinii de rectificat cresc treptat, pe măsura exploatării maşinii-unelte, datorită în mare parte uzurii elementelor în frecare. Reducerea preciziei de lucru a maşinilor de rectificat după o perioadă de funcţionare impune revizuirea şi repararea periodică planificată a acestor maşini, pentru ca acestea să obţină din nou gradul de precizie impus de standardele de recepţie.

2.2. ABATERILE DE DIMENSIUNE, DE FORMĂ ŞI DE POZIŢIE

Abaterile de dimensiuni, limitate prin toleranţe, se stabilesc în funcţie de condiţiile de montare şi de exploatare. Abaterile necesare ale dimensiunilor părţilor ce vin în contact (ale piseelor care se asamblează) se stabilesc astfel încît să se asigure un montaj corect şi deci o bună funcţionare în exploatare. De asemenea, este necesar ca abaterile stabilite la dimensiunile de asamblare ale pieselor să satisfacă condiţia interschimbabilităţii, adică piesele unui ansamblu sau ale unei maşini fabricate după aceleaşi desene să se poată asambla în condiţii bune prin înlocuire (schimbare) şi să asigure o bună funcţionare , fără nici un fel de ajustări.

Abaterea de formă este abaterea de la forma geometrică corectă a pieselor. La măsurarea abaterii de formă nu se ia în considerare rugozitatea suprafeţei.

Abaterea limită de formă este valoarea maximă tolerată (admisă) a abaterii de formă.

Toleranţa de formă este zona determinată de abaterea limită de formă. Toleranţa de formă este egală cu abaterea limită de formă (abaterea inferioară fiind egală cu zero).

Abaterile de formă se grupează în şase categorii : abatere de la *rectilinitate AFr*, abatere de la *planitate AFp*, abatere de la *circularitate AFc*, abatere de la *cilindricitate AFl*, abatere de la *forma dată a profilului AFf* şi abatere de la *forma dată a suprafeţei AFs*.

Formele abaterilor :

— de la rectilinitate şi de la planitate : concavitatea şi convexitatea ;

— pentru abaterile de la circularitate : *ovalitatea* şi *poligonalitatea* ;

— pentru abaterile de la cilindricitate : *conicitatea, forma butoi* şi *curbarea*.

Toate abaterile de la forma perfect geometrică trebuie să se găsească în interiorul cîmpurilor de toleranţă pentru dimensiuni, afară de cazurile cînd indicaţiile speciale de pe desen sau condiţiile tehnice ar prevedea altfel.

Abaterea de poziţie este abaterea de la poziţia nominală a unei suprafeţe, a axei ei, a unui profil sau a unui plan de simetrie faţă de baza de referinţă sau abaterea de la poziţia nominală reciporcă a unor suprafeţe, a axelor lor, a unor profile sau a planelor de simetrie.

Abaterea limită de poziţie este valoarea maximă admisă a abaterii de poziţie.

Toleranţa de poziţie este zona determinată de abaterile limită de poziţie.

Abaterile de la poziţie pot fi : *abaterea de la paralelism APl, abaterea de la perpendicularitate APd, abaterea de la înclinare APî, abaterile de la coaxialitate* şi *de concentricitate APc, abaterea de la simetrie APs, bătaia radială ABr, bătaia frontală ABf* şi *abaterea de la poziţia nominală APp*.

Pentru ca abaterile de formă şi de poziţie ale suprafeţelor pieselor să nu provoace rebutarea pieselor, este necesar ca aceste abateri să fie cuprinse în cîmpul de toleranţe al dimensiunii nominale. Ca atare, abaterile diametrelor suprafeţelor cilindrice şi abaterile distanţei (sau unghiului) care stabileşte poziţia relativă a două suprafeţe sau axe,

determină abaterile maxime de formă ale suprafețelor cilindrice, ale suprafețelor plane sau ale poziției relative dintre două suprafețe sau axe.

Dacă în desenele de execuție nu se dau indicații pentru abaterile de formă și de poziție ale pieselor, acestea se pot executa cu abateri de formă și de poziție maxime, limitate de cîmpul de toleranțe al diametrelor sau distanțelor (unghiurilor). Dacă funcțiunile piesei impun ca abaterile de formă sau de poziție să fie mai mici decît cele maxime posibile în cadrul cîmpului de toleranțe, atunci în desenele de execuție trebuie arătate valorile prescrise pentru aceste abateri de formă și de poziție.

Toleranțele de formă și de poziție sînt tratate în următoarele standarde : STAS 7391/1-74 (toleranțe la rectilinitate, la planitate și la forma dată a profilului și a suprafeței), STAS 7391/2-74 (toleranțe la circularitate și la cilindricitate), STAS 7391/3-74 (toleranțe la paralelism și la perpendicularitate) 7391/4-74 (toleranțe la coaxialitate, la concentricitate, la simetrie și la intersectare) și STAS 7391/5-74 (toleranțele bătăii radiale și ale bătăii frontale).

Toleranțele stabilite se prescriu în documentația de bază în construcția de mașini, dacă limitarea acestor abateri de formă și poziție este necesară pentru asigurarea calității produsului în utilizare (funcționare, montaj etc.) Sînt prevăzute 12 clase de precizie și toleranțele se aleg dintre valorile cuprinse în tabelele respective, în funcție de clasa de precizie și de dimensiunea nominală la care se referă toleranța.

Înscrierea pe desen a toleranțelor de formă și de poziție se face în conformitate cu regulile stabilite prin STAS 7385-66.

3. CORELAȚIA DINTRE RUGOZITATEA ȘI PRECIZIA DIMENSIONALĂ A SUPRAFEȚEI PRELUCRATE ȘI CRITERII DE ALEGERE

Din cercetările experimentale și statistice asupra suprafețelor de montaj care formează ajustaje s-a constatat că fiecărei clase de precizie și fiecărui ajustaj îi corespunde, în cazul unei prelucrări raționale și economice, o anumită rugozitate a suprafeței, care depinde de toleranța de fabricație și de cota nominală a suprafeței.

Alegerea caracteristicilor rugozității (valoare, orientare etc.) unei suprafețe se face ținînd seama de influența pe care rugozitatea o are asupra calității produsului (funcționare, durabilitate, rezistență, precizie, aspect etc.), precum și asupra economicității fabricației produsului.

Influența rugozității suprafeței asupra ajustajelor depinde de caracterul îmbinării și de solicitările la care este supus ajustajul.

La îmbinări fixe se recomandă o rugozitate cît mai redusă, deoarece asperitățile mari se uzează ușor, periclitînd astfel îmbinarea.

Pentru suprafețele în contact sau în mișcare relativă se alege de obicei aceeași rugozitate, cu excepția cazurilor cînd una dintre suprafețe, din motive funcționale, trebuie să fie mai puțin rugoasă decît cealaltă.

Rugozitatea trebuie să fie cît mai redusă pe porțiunile foarte solicitate ale pieselor, deoarece crestăturile dintre asperități sînt amorse de fisurare.

Se recomandă de asemenea o rugozitate redusă la suprafețele de măsurare ale aparatelor de măsurat, la fețele sculelor așchietoare, pentru a le mări durabilitatea.

Din punct de vedere al economicității fabricației există o corelație între precizia dimensională, precizia formei și poziției, rugozitatea suprafeței și tehnologia de fabricație. Fiecare procedeu tehnologic asigură realizarea unui anumit grad al preciziei dimensionale, de formă și de poziție, precum și unei anumite rugozități a suprafeței, în limitele economicității fabricației. Deoarece obținerea unei precizii sau calități mărite cu același procedeu ar mări prețul de cost, este justificată alegerea unui alt procedeu tehnologic.

Pentru stabilirea corectă a rugozității suprafețelor obișnuite de contact cu frecare se pot folosi următoarele relații :

— pentru dimensiuni (diametre) mai mari de 50 mm :

$$R_z = (0{,}10\ldots0{,}15)T \; [\mu m] ;$$

— pentru dimensiuni (diametre) cuprinse între 18 și 50 mm :

$$R_z = (0{,}15\ldots0{,}20)T \; [\mu m] ;$$

— pentru dimensiuni (diametre) cuprinse între 1 și 18 mm :

$$R_z = (0{,}20\ldots25)T \; [\mu m],$$

în care T este toleranța piesei.

La preciziile înalte, de clasele 1, 2 și 3, toleranța alezajului fiind mai mare decît toleranța arborelui, în funcție de condițiile concrete, în relațiile de mai sus se va lua în considerare toleranța uneia dintre cele două piese.

Ca influența rugozității asupra ajustajului să fie cît mai mică, precum și pentru ușurarea muncii proiectanților, în tabela 16.8 se indică informativ criteriul de rugozitate R_a în funcție de dimensiuni și de precizia dimensională.

Tabela 16.8. **Corelația între rugozitate și precizia dimensională (STAS 5730/2—75)**

Dimensiuni nominale mm	Toleranța fundamentală															
	IT 1	IT 2	IT 3	IT 4	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15	IT 16
	Rugozitatea suprafeței, R, µm															
3⩽N				0,1...0,4	0,1...0,4		0,2...0,8	0,4...1,6	0,4...1,6	0,8...3,2	0,8...3,2	1,6...6,3	1,6...6,3		3,2...12,4	
3<N⩽6	0,025...0,1	0,05...0,2				0,2...0,8								3,2...12,5		6,3...25
6<N⩽10			0,1...0,4										3,2...12,5			
10<N⩽18											1,6...6,3				6,3...25	12,5...50
18<N⩽30					0,2...0,8		0,4...1,6		0,8...3,2					6,3...25		
30<N⩽50	0,05...0,2											3,2...12,5				
50<N⩽80				0,2...0,8						1,6...6,3						
80<N⩽120		0,1...0,4						0,8...3,2								
120<N⩽180	0,1...0,4					0,4...1,6										
180<N⩽250			0,2...0,8								3,2...12,5				12,5...50	
250<N⩽315		0,2...0,8			0,4...1,6		0,8...3,2		1,6...6,3				6,3...25	12,5...50		
315<N⩽400	0,2...0,8			0,4...1,6		0,8...3,2		1,6...6,3		3,2...12,5		6,3...25				25...100
400<N⩽500			0,4...1,6												25...100	

Observație. Valorile rugozității sînt informative.

În tabela 16.9 se arată legătura dintre precizia și rugozitatea suprafețelor și adîncimea stratului superficial ecruisat pentru majoritatea procedeelor de prelucrare prin așchiere a oțelului OLC 45.

Tabela 16.9. **Clasele de precizie, rugozitatea suprafețelor și adîncimea stratului ecruisat în cazul diferitelor procedee de prelucrare a oțelului OLC 45**

Procedeul de prelucrare	Clasele de precizie	Abaterea medie a neregularităților R_a, în µm	Adîncimea de ecruisare h, în µm
Strunjire de degroșare	6—7	12,5 —50	200
Strunjire de finisare	5—6	3,2 —12,5	150
Burghiere și adîncire	6—7	6,3 —12,5	250
Alezare de degroșare	3—4	1,6 — 6,3	250—300
Alezare de finisare	2—3	0,8 — 3,2	150—200
Broșare	2—3	0,8 — 1,6	100
Frezare plană de degroșare	5—7	6,3 —25	120
Frezare plană de finisare	3—4	0,8 — 6,3	100
Frezare sau mortezare de degroșare a dinților	6	3,2 — 6,3	140
Frezare sau mortezare de finisare a dinților	2—3	1,6 — 3,2	120
Ševeruire	1—2	0,4 — 0,8	100
Rectificare	1—2	0,1 — 0,8	60
Netezire (honing)	1	0,05— 0,2	0,25—2,5

Capitolul 17

MATERIALE METALICE

1. PROPRIETĂȚILE METALELOR

În construcția mașinilor, aparatelor, instrumentelor de măsurat, dispozitivele de lucru, sculelor etc., se folosesc în mod curent metalele și aliajele lor.

Metalele și aliajele lor se deosebesc între ele prin anumite proprietăți care, în general, dau indicații asupra utilizării lor.

Dintre aceste proprietăți, mai importante sînt :

Culoarea. Fiecare metal are de obicei o culoare de o anumită nuanță : deschisă, închisă etc.

Luciul. Orice metal cînd este tăiat sau preparat de curînd are un luciu metalic, care cu timpul dispare la majoritatea metalelor. Dintre metalele care își mențin acest luciu menționăm : platina, aurul etc.

Structura. Fiecare metal este format din cristale foarte mici, care pot fi văzute pe ruptura metalului. Aceste cristale se văd și mai bine la microscop, pe suprafața unei plăcuțe de metal preparată în mod special. Totalitatea acestor cristale ale unei bucăți de metal constituie structura metalului. Deoarece metalele sînt formate din cristale, se spune că ele au o structură cristalină.

Mărimea, forma, compoziția și orientarea cristalelor definesc structura metalului.

Structura este fină cînd cristalele sînt mici, uniforme și strîns legate între ele.

Structura este grosolană cînd cristalele sînt mari și neuniforme.

Forma și mărimea cristalelor oricărui metal nu sînt constante, ci se modifică între limite foarte largi, în funcție de tehnologia prelucrării. Astfel cristalele metalului turnat sînt de cele mai multe ori mari, în metalul forjat ele sînt cu mult mai mici, iar după tratamentul termic ele pot deveni și mai mici.

În cursul laminării, cristalele se alungesc în direcția de laminare. Prin recoacerea unui astfel de metal laminat, cristalele alungite vor lua treptat o formă rotunjită.

Cu cît structura metalului este mai fină, cu atît are o rezistență mecanică mai mare.

Elasticitatea este proprietatea pe care o are un corp de a-și relua forma inițială, atunci cînd eforturile la care a fost supus și care l-au deformat temporar, încetează. Astfel, oțelul călit este foarte elastic. De exemplu, o vergea de oțel lăsată liberă după ce a fost încovoiată, își reia forma inițială.

Maleabilitatea este însușirea metalului de a se deforma sub acțiunea forțelor și de a-și păstra noua formă după încetarea acțiunii forțelor, fără a căpăta însă crăpături sau încrețituri.

Prin încălzire, maleabilitatea metalului crește. La temperaturi ridicate un corp maleabil poate fi adus în *stare plastică*. Astfel, la 1 400° oțelul este atît de moale încît devine plastic.

Un metal sau aliaj se mai spune că este maleabil atunci cînd poate fi transformat în foițe foarte subțiri. Aurul este un metal foarte maleabil.

Ductibilitatea este proprietatea pe care o are un metal de a putea fi tras în sîrmă subțire. Dintre metalele ductile fac parte : aurul, cuprul, aluminiul etc.

Tenacitatea este proprietatea pe care o au metalele de a rezista la rupere alungindu-se pînă la o anumită limită, atunci cînd sînt supuse la un efort de rupere. Rezultă deci că metalele tenace au o alungire mare.

Metalele care au o alungire mică, adică acelea care se rup fără să se deformeze mult, se spune că sînt *fragile* sau *casante*.

Rezistența este însușirea metalelor de a se opune unui efort de deformare sau rupere, care tinde să rupă legătura dintre cristale.

Duritatea este proprietatea corpului de a se opune pătrunderii altor corpuri în masa lor. Oțelurile speciale călite au o duritate foarte mare, în timp ce cuprul are o duritate mult mai mică.

Fuzibilitatea este proprietatea metalelor de a trece sub acțiunea căldurii, din starea solidă în stare lichidă, la o temperatură anumită pentru fiecare metal pur. Această temperatură se numește *temperatură de topire* sau *punct de topire*.

Dilatabilitatea este însușirea pe care o au toate metalele de a-și mări volumul atunci cînd sînt încălzite. Prin răcire, metalele se contractă, adică își micșorează volumul.

Conductibilitatea termică este proprietatea pe care o au metalele de a lăsa să treacă căldura prin ele. Metalele bune conducătoare de căldură sînt : argintul, cuprul, aurul, aluminiul, alama, oțelul, fonta etc.

Conductibilitatea electrică este însușirea ce o au metalele de a conduce electricitatea. Metalele bune conducătoare de electricitate sînt : argintul, cuprul, aurul ; urmează apoi aluminiul și oțelul.

Magnetismul este proprietatea oțelurilor și a altor materiale metalice de a atrage de obicei, bucăți de metale de aceeași natură. O bară de oțel în contact prelungit cu un magnet se magnetizează.

Rezistența la uzură este însușirea pe care o are un metal de a rezista la frecare. În general, cu cît duritatea metalului este mai mare, cu atît rezistența sa la uzură este mai mare. Astfel, un oțel este mai rezistent la uzură după ce se călește.

Fluajul este proprietatea metalelor de a se deforma lent și continuu, în timp, sub acțiunea unei sarcini constante.

Densitatea relativă a unui metal este un număr dat de raportul între masele unui volum din acel metal și unui volum egal de apă, la temperatura de 4°C. Astfel, raportul dintre masele unui decimetru cub de oțel (7,8 kg) și unui decimetru cub de apă este: 7,8 kg/ 1 kg = =7,8 care reprezintă densitatea relativă a oțelului.

Greutatea specifică a unui metal este greutatea unității sale de volum. Astfel, deoarece 1 dm^3 de oțel cîntărește 7,8 kgf greutatea specifică a oțelului va fi: 7,8/ kgf /1 dm^3 = 7,8 kgf/dm^3.

În tabela 17.1 sînt arătate greutățile specifice ale diferitelor materiale, iar în tabela 17.2 proprietățile termice ale unor corpuri solide.

Tabela 17.1. **Greutăți specifice**

(în tf/m^3, kgf/dm^3, gf/cm^3)

Combustibili

Antracit	1,5— 1,7	Lignit superior	1,2—1,5
Brichete	1,25	Mangal în bucăți	0,36
Cărbune brut	1,2—1,5	Mangal sfărîmat	1,4—1,5
Cocs în bucăți	pînă la 1,4	Turbă uscată la aer	0,6—0,9
Huilă	1,25—1,4		

Metale și aliaje

Alamă	8,5	Metal Monel	8,58
Aluminiu pur	2,7	Mercur	13,6
Aluminiu turnat	2,56	Molibden	9—10
Aluminiu forjat	2,75	Nichel turnat	8,30
Argint	10,5	Nichel forjat	8,35—8,70
Arsen	5,7	Nichelină albă	6,4—6,6
Aur	15,6—19,4	Nichel tras	8,35—8,90
Bismut turnat	9,82	Oțel de creuzet	7,85
Bronz,	8,8	Oțel de fuziune	7,86
		Oțel rapid (după conținut de wolfram)	8,1—9,0
Bronz fosforos	8,8	Oțel sudabil	7,8

Tabela 17.1. (continuare)

Crom	6,9	Oțel cu molibden	8,1
Cupru turnat	8,6—8,9	Oțel turnat în formă	7,85
Cupru forjat	8,9—9,0	Platină turnată	21,15
Cupru laminat	8,9	Platină laminată	21,4
Cupru electrolitic	8,90—8,95	Plumb turnat	11,4
Cupru, sîrmă recoaptă	8,86	Plumb lichid	10,6
Cupru, sîrmă dură	8,96	Silumin	2,7
Duraluminiu	2,8	Staniu turnat	7,2
Fier pur	7,87	Staniu laminat	7,4
Fontă	7,25	Stibiu	6,7
Fontă brută cenușie	6,7—7,7	Vanadiu	5,5
Fontă brută albă	7,0—7,8	Wolfram	19,1
Magneziu	1,72	Zinc turnat	6,9
Mangan	7,3	Zinc forjat	7,0—7,2
Metal delta	8,6	Zinc laminat	7,2
Metal alb	7,5—10		

Alte materiale

Argilă uscată	1,8	Celuloid	1,38
Argilă proaspătă	2,6	Cretă	1,8—2,6
Azbest	2,1—2,8	Ebonită	1,15—1,7
Bumbac uscat	1,48	Emeri	4,0
Cauciuc brut	0,92—0,96	Fibră vulcan	1,28
Celofan	1,420	Carton gudronat cu azbest	1,2
Gumă arabică	1,35—1,45	Piele gresată	1,02
Gutapercă	1,0	Plută	0,2—0,3
Galalit	1,3—1,4	Porțelan	2,45
Gheață	0,92	Produse de cauciuc	1,0—2,0
Hîrtie tipar	0,970	Produse petrificate	1,35—1,6
Ipsos	1,82	Șamotă, cărămizi	1,8—2,2
Limonită	3,5—4	Sticlă de geamuri	2,5
Mică	2,6—3,2	Steatită	2,6—2,8
Micanită	1,9—2,6	Sticlă flint	3,5
Piele uscată	0,85		

Lichide la 15°

Acid azotic cu 70% HNO_3	1,42	Mercur la 0°	13,6
Acid clorhidric cu cca. 20% HCl	1,1	Ulei de in	0,94
Acid sulfuric cu cca. 66% H_2SO_4	1,6	Ulei de gudron	1,1
Alcool	0,79	Uleiuri minerale:	
Eter	0,73	ulei de fusuri	0,90
Glicerină	1,26	ulei de mașini	0,91
Gudron de huilă	1,2	ulei de osii de vagoane C.F.R.	0,92
Hidrat de sodiu cu 22% NaOH	1,25	ulei de cilindru	0,93
Hidrat de sodiu cu 66% NaOH	1,70	Ulei de terebentină	0,86

Tabela 17.2. **Proprietățile termice ale unor corpuri solide**
(la presiunea 760 mm Hg)

Elementele	Punctul de topire, °C	Căldura de topire kcal/kg	Punctul de fierbere, °C	Căldura de vaporizare, kcal/kg
Aluminiu	658	85	2 270	2 800
Argint	960,5	25	1 950	520
Arsen	830		625	400
Aur	1 063	16	2 700	420
Bariu	704		1 700	320
Beriliu	1 278	341	3 000	5 930
Bismut	271,0	13	1 500	200
Bor	2500			
Cadmiu	320,9	13	767	240
Calciu	851	78,t5	1 400	1 000
Carbon	3 540		4 000	12 000
Ceriu	815		1 400	
Cesiu	28	3,8	670	120
Cobalt	1 490	67	3 200	1 550
Crom	1 800	70	2 400	1 470
Cupru	1 083	50	2 330	1 110
Fier pur	1 530	65	2 500	1 520
Fontă albă	1 130	33		
Fontă cenușie	1 200	23		
Fosfor alb	44,1	5,2	280	400
Galiu	29,78	19,1	2 300	
Iod	113,5		185	80
Iridiu	2 457		4 800	930
Litiu	180	33	1 400	5 100
Magneziu	650	50	1 110	1 350
Mangan	1 250	60	2 100	1 000
Molibden	2 600		3 560	1 700
Nichel	1 455	70	3 000	1 480
Osmiu	2 500			
Oțel moale (0,1 % C)	1 520			
Oțel dur (0,85 % C)	1 460			
Paladiu	1 555	36		950
Platină	1 773	27	3 800	600
Plumb	327,3	5,7	1 730	220
Potasiu	63	13	760	490
Reniu	3 150			
Rodiu	1 966			
Rubidiu	38,5	6,1	713	200
Seleniu	220	16,4	688	260
Siliciu	1 410		2 350	3 360
Sodiu	97,7	27	880	1 000
Staniu	231,9	14,0	2 300	620
Stibiu	630,5	40	1 640	300
Sulf (monoclinic)	119,0	11		
Sulf (rombic)	112,8	9,4	444,60	70
Tantal	3 000			
Titan	1 800			
Vanadiu	1 720			
Wolfram	3 380	60	5 000	1 150
Zinc	419,4	26,8	907	430
Zirconiu	1 900			

2. ÎNCERCĂRILE METALELOR

Încercările metalelor se clasifică în următoarele categorii: încercări mecanice, încercări tehnologice, analize chimice și control metalografic.

2.1. ÎNCERCĂRI MECANICE

Încercările mecanice ale metalelor se fac cu scopul de a determina proprietățile mecanice ale acestora în ceea ce privește: proprietățile de rezistență față de sarcinile aplicate static (sarcina crește treptat de la zero pînă la o anumită valoare dată) sau dinamic (sarcina se aplică brusc).

Încercările mecanice uzuale sînt:

— *încercări statice* la: tracțiune, compresiune, încovoiere, forfecare și răsucire;

— *încercări dinamice* la loviri sau șocuri și la oboseală;

— *încercări de duritate*, statice sau dinamice;

— *încercări la uzură.*

Toate aceste încercări se fac pe bucăți din materialul căruia voim a-i determina rezistența. Aceste bucăți de material se numesc *epruvete.*

a. **Încercarea la tracțiune.** Pentru determinarea rezistenței la tracțiune, epruveta cu secțiunea circulară, pătrată sau dreptunghiulară, avînd dimensiunile după STAS 200-75, este supusă unui efort de rupere cu ajutorul unei mașini speciale (fig. 17.1) care permite citirea forței cu care este întinsă epruveta în orice moment.

O pompă de ulei presează uleiul în cilindrii b și n asupra pistoanelor c și p. Pistonul c acționează prin intermediul traverselor mobile d_1 și d_2 asupra epruvetei f, care este fixată prin falca e_2 de batiul g al mașinii și prin falca e_1 de traversa mobilă d_2. Pistonul p, prin intermediul pîrghiei o și al pendulului q, mișcă acul indicator care arată efortul de rupere al epruvetei.

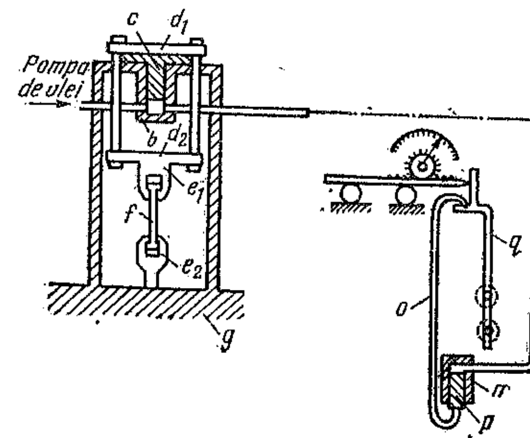


Fig. 17.1.

Dacă se presupune că epruveta este de oțel cu dimensiunile: $L_0 = 90$ mm, $L_c = 100$ mm, $d = 10$ mm (fig. 17.2) și se rupe atunci cînd acul indică pe cadran o forță maximă $P_{max} = 3\,600$ kgf, atunci suprafața secțiunii epruvetei, A_0, este dată de relația:

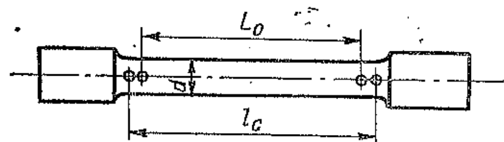


Fig. 17.2.

$$A_0 = \pi \times d^2/4 = 3{,}14 \times 10^2/4 = 78{,}50 \text{ mm}^2.$$

În acest caz rezistența de rupere la tracțiune σ, se obține cu formula $\sigma = P_r\ A_0 = 3\,600/78{,}50 = 46$ kgf/mm², în care P_{max} este forța de rupere.

După ce epruveta s-a rupt, prin măsurare constatăm că epruveta s-a lungit și dimensiunea între repere $L_0 = 90$ mm a devenit $L_u = 106$ mm.

Alungirea la rupere este dată de relația

$$\delta = \frac{L_u - L_0}{L_0} \times 100 = \frac{106-90}{90} \times 100 = 17{,}77\%.$$

Cunoscînd rezistența de rupere, putem calcula forța aproximativă de rupere la care se va rupe o bară din același material, dar cu diametrul de 40 mm.

Suprafața secțiunii barei fiind

$$A_1 = 3{,}14 \times 40^2/4 = 3{,}14 \times 1\,600/4 = 1\,256 \text{ mm}^2,$$

forța maximă de rupere la care poate să reziste această secțiune este

$$P_{max} = \sigma_r \cdot A_1 = 46 \times 1\,256 = 57\,776 \text{ kgf}.$$

b. **Încercări de duritate.** O metodă folosită curent este încercarea cu bila prin metoda *Brinell* (STAS 165-66). Executarea încercării se face prin apăsarea unei bile de oțel călit, de diametru D cunoscut, pe suprafața materialului de încercat, sub acțiunea unei sarcini prescrise P (fig. 17.3).

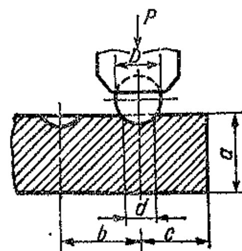


Fig. 17.3.

Duritatea Brinell este raportul dintre sarcina aplicată și suprafața sferică a urmei lăsate de bilă. Se măsoară diametrul d al amprentei circulare, după descărcare și duritatea Brinell se deduce din formula: $HB = \dfrac{2P}{\pi \cdot D\,(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$,

în care: HB este simbolul durității Brinell, în kgf/mm²;
P — sarcina aplicată, în kgf;
D — diametrul bilei, în mm;
d — diametrul amprentei circulare, în mm.

Gradul de solicitare k este dat de relația $k = \dfrac{F}{D^2}$ [kgf/mm²].

Grosimea minimă a piesei de încercat va fi de cel puțin 8 ori adîncimea urmei (h) exprimată în mm: $h = \dfrac{F}{\pi D \cdot HB}$.

Sarcinile de încercare în funcție de diametrul bilei și de gradul de solicitare, precum și timpul de menținere necesar încercării sînt indicate în tabela 17.3.

Cînd notația HB se completează cu condițiile în care s-a făcut încercarea atunci notația este următoarea: 180 HB 5/250/15; aceasta înseamnă că bila a fost de 5 mm, sarcina de 250 kgf și timpul de menținere al sarcinii de minimum 15 s.

Încercarea normală 190 HB este prescurtarea pentru 190 HB 10/3 000/15.

O valoare informativă pentru rezistența de rupere σ_r a oțelului, atunci cînd se cunoaște valoarea durității Brinell, se obține din relația: $\sigma_r = 0{,}35\,HB$.

Aparatul pentru executarea încercării Brinell este o presă hidraulică. O schemă după unul din tipurile de aparate construite în acest scop este arătată în fig. 17.4.

Epruveta așezată pe masa *1* este ridicată cu ajutorul roții de mînă *2* pînă la bila *5*. La partea superioară a batiului se găsește un cilindru cu două cavități *3*.

În cavitatea de jos de deplasează pistonul *4* a cărui tijă este prevăzută la extremitate cu o montură pentru fixarea bilei.

În cavitatea de sus se introduce ulei. Prin rotirea ventilu-

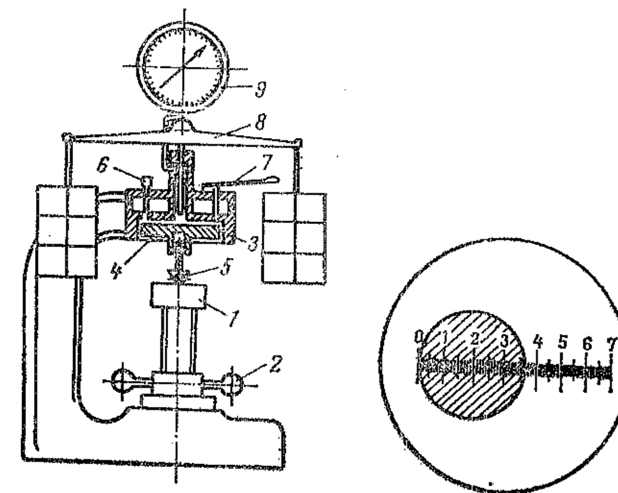


Fig. 17.4.

Tabela 17.3. **Sarcinile de încercare a durității Brinell în funcție de diametrul bilei și de gradul de solicitare**

Scara Simbolul	Bila Ø mm	Sarcina		Timpul de menținere s	Domeniul de aplicare		
		$k = \frac{F}{D^2}$ kgf			Duritatea Brinell *HB*	grosimea minimă a piesei mm	Materialul
HB	10	30	3000	10... 15	120...450	6,4	Oțel, fontă netratată
HB 5/750/15	5		750			3,2	
HB 2,5/187,5/15	2,5		187,5			1,6	
HB 2/120/15	2		120			1,3	
HB 1/30/15	1		30			0,6	
HB 10/1 500/30	10	15	1500	27... 33	80...300	4,8	Cupru, bronz, aliaje ușoare
HB 5/375/30	5		375			2,5	
HB 2,5/93,7/30	2,5		93,7			1,2	
HB 2/60/30	2		60			0,9	
HB 1/15/30	1		15			0,5	
HB 10/1000/30	10	10	1000	27... 33	60...300	4,2	
HB 5/250/30	5		250			2,1	
HB 2,5/62,5/30	2,5		62,5			1,0	
HB 2/40/30	2		40			0,8	
HB 1/10/30	1		10			0,4	
HB 10/500/30	10	5	500	27... 33	35...160	3,2	Aluminiu, magneziu
HB 5/125/30	5		125			1,6	
HB 2,5/31,2/30	2,5		31,2			0,8	
HB 2/20/30	2		20			0,6	
HB 1/5/30	1		5			0,3	
HB 10/250/60	10	2,5	250	55... 65	10...100	1,2	Aliaje de antifricțiune
HB 5/62,5/60	5		62,5			0,6	
HB 2,5/15,6/60	2,5		15,6			0,3	
HB 2/10/60	2		10			0,15	
HB 1/2,5/60	1		1,5			0,18	
HB 10/100/120	10	1	100	115...125	10... 35	0,6	Plumb, staniu
HB 5/25/120	5		25			0,3	
HB 2,5/6,2/120	2,5		6,2			0,16	
HB 2/4/120	2		4			0,13	
HB 1/1/20	1		1			0,06	

lui *6* în sensul acelor de ceasornic, se închide comunicația între cele două cavități. Folosind pompa de mînă *7*, uleiul din cavitatea superioară este refulat în cavitatea inferioară, provocînd deplasarea în jos a pistonului și deci o anumită presiune asupra bilei care pătrunde în materialul de încercat.

Concomitent, presiunea hidrostatică este transmisă atît balansierului *8*, prevăzut cu o serie de greutăți de control, cît și manometrului *9*.

Cînd sarcina maximă necesară este atinsă, balansierul cu greutățile de control se ridică automat și pomparea uleiului în cavitatea de jos încetează.

Mărimea sarcinii maxime care acționează asupra bilei este indicată de acul manometrului. Epruveta se menține sub sarcină circa 30 s, după care se deșurubează ușor ventilul *6*, astfel că presiunea asupra epruvetei încetează. Urmează apoi coborîrea mesei port-epruvetă prin rotirea în sens contrar a roții de mînă *2* și măsurarea diametrului *d* al urmei lăsată de bilă pe suprafața piesei, cu ajutorul unei lupe speciale, avînd o scară cu diviziuni de 0,1 mm (fig. 17.4).

Pentru metalele cu o duritate mai mare, se folosește *încercarea de duritate Rockwell* C și *Rockwell* B.

Încercarea constă în apăsarea unui penetrator (con de diamant la încercarea Rockwell C, bilă de oțel la încercarea Rockwell B) sub o sarcină inițială (F_0) și apoi sub o suprasarcină (F_1) și măsurarea adîncimii remanente de pătrundere *e*, după îndepărtarea suprasarcinii, menținîndu-se sarcina inițială aplicată. *Duritatea Rockwell* se calculează pe baza adîncimii remanente de pătrundere *e* astfel:

- duritatea Rockwell = $E - e$;
- duritatea Rockwell $C = 100 - e$ [HRB];
- duritatea Rockwell $B = 130 - e$ [HRC],

în care *e* este adîncimea remanentă de pătrundere după îndepărtarea suprasarcinii, iar *E* este o valoare convențională.

Pentru indicarea durității Rockwell se folosește simbolul *HR* urmat de litera corespunzătoare scării respective (C sau B), de exemplu: 57 *HRC*; 89 *HRB*.

Grosimea piesei de încercat trebuie să fie de cel puțin 8 *e*.

Sarcinile folosite pentru încercarea de duritate Rockwell sînt cele cuprinse în tabela 17.4.

Alte detalii asupra încercării de duritate Rocwell se găsesc în STAS 493-67.

Încercarea de duritate Vickers se folosește la examinarea pieselor metalice cu suprafețe plane și cu grosimi mai mari de 1 mm, utilizînd sarcini între 49,03...980,7 N (5 ... 100 kgf), conform STAS 492-67.

Tabela 17.4. **Sarcinile de încercare a durității Rockwell**

Scara durității Rockwell	Penetrator	Sarcina inițială F_0 N (kgf)	Suprasarcina F_1 N (kgf)	Sarcina totală F N (kgf)	Valoarea convențională E	Domeniul de aplicare recomandat
C	Con de diamant	98,07±1,96 (10±0,2)	1373±6,87 (140±0,7)	1471±8,83 (150±0,9)	100	20 *LRC* la 67 *HRC*
B	Bilă de oțel	98,07±1,96 (10±0,2)	882,7±4,41 (90±0,45)	980,7±6,37 (100±0,65)	130	40 *HRB* la 100 *HRB*

Condițiile specifice de încercare pentru sarcini mai mici de 49,03 N (5 kgf) sînt prescrise în STAS 6623-70 și STAS 7057-70, iar pentru examinarea suprafețelor curbe, în STAS 7236-65.

Încercarea constă în apăsarea cu o sarcină F, un timp dat, pe piesa de încercat, a unei penetrator piramidal drept, cu bază pătrată avînd prescris unghiul la vîrf și în măsurarea diagonalei d a urmei lăsate pe suprafața piesei de încercat, după îndepărtarea sarcinii.

Duritatea Vickers se exprimă prin raportul dintre sarcina de încercare aplicată (în kgf, respectiv 0,10197 N) și aria suprafeței laterale a urmei produse (în mm²), urma fiind considerată ca o piramidă dreaptă cu baza pătrată, cu diagonala d, avînd la vîrf același unghi ca și penetratorul:

$$\text{duritatea Vickers} = \frac{2F \sin 136°/2}{d^2} = 1{,}854\frac{F}{d^2} \text{ pentru } F \text{ exprimat}$$

în kgf, respectiv $= 0{,}1891\ F/d^2$ pentru F exprimat în N.

Pentru indicarea durității Vickers simbolul *HV* este completat cu un prim indice reprezentînd sarcina în kgf și de un al doilea indice pentru durata de menținere a sarcinii, cînd aceasta nu este cuprinsă între 10 ... 15 s, care este timpul normal de aplicare.

Exemple:

736 *HV* 30 = duritatea Vickers măsurată sub o sarcină de 30 kg iaplicată timp de 10...15 s;

736 *HV* 30/20 = duritatea Vickers măsurată sub o sarcină de 30 kgf aplicată timp de 20 s.

Grosimea piesei, a stratului de metal sau a stratului tratat, supus încercării, trebuie să fie de cel puțin 1,5 d.

Sarcinile de încercare F pentru metoda Vickers sînt:

N	49,03;	98,05;	196,1;	294,2;	490,3;	980,7;
(kgf)	(5);	(10);	(20);	(30);	(50);	(100).

Sarcina normală de încercare este de 294,2 N (30 kgf).

În tabela 17.5 sînt indicate valorile echivalente ale durităților statice determinate prin metodele Vickers, Brinell și Rockwell, pentru oțeluri, iar în tabela 17.6 pentru aluminiu, aliaje de aluminiu, cupru și alamă.

Tabela 17.5. **Tabel comparativ al cifrelor de duritate pentru oțeluri, cu excepția oțelurilor austenitice**

Valori medii				Erori tolerate					
Duritate Vickers F⩾4,9 daN (5 kgf)	Duritate Brinell $k = 30$	Duritate Rockwell		Duritate Vickers pentru F		Duritate Brinell pentru D		Duritate Rockwell *HRB* și *HRC*	
				4,9 daN (5 kgf)	9,8 daN (10 kgf)	⩽ 2,5 mm	5 sau 10 mm		
HV	HB	*HRB*	*HRC*	± *HV*	± *HV*	± *HB*	± *HB*	± *HRB*	± *HRC*
80	80	36,4							
85	85	42,4		3	2	2	2	3	
90	90	47,4							
95	95	52,0							
100	100	56,4							
105	105	60,0							
110	110	63,4							
115	115	66,4		4	3	3	2	3	
120	120	69,4							
125	125	72,0							
130	130	74,4							
135	135	76,4							
140	140	78,4		5	4	4	3	3	
145	145	80,4							
150	150	82,2							
155	155	83,8							
160	160	85,4		7	4	4	3	3	
165	165	86,6							
170	170	88,2							
175	175	89,6							
180	180	90,8							
185	185	91,9		8	5	5	4	3	
190	190	93,0							
195	195	94,0							
200	200	95,0							
205	205	95,8							
210	210	96,6		10	6	6	5	3	
215	215	97,6							
220	220	98,2							
225	225	99,0							
230	230		19,2						
235	235		20,2	11	7	6	5	3	
240	240		21,2						
245	245		22,1						
250	250		23,0						
255	255		23,8						
260	260		24,6						
265	265		25,4	13	8	7	6		2
270	270		26,2						
275	275		26,9						

Tabela 17.5 (continuare)

Valori medii				Erori tolerate					
Duritate Vickers $F \geqslant 4{,}9$ daN (5 kgf)	Duritate Brinell $k = 30$	Duritate Rockwell		Duritate Vickes pentru F		Duritate Brinell pentru D		Duritate Rockwell HRB și HRC	
				4,9 daN (5 kgf)	9,8 daN (10 kgf)	⩽ 2,5 mm	5 sau 10 mm		
HV	*HB*	*HRB*	*HRC*	± *HV*	± HV	± *HB*	± *HB*	± *HRB*	± *HRC*
280	280		27,6						
285	285		28,3	15	9	7	6		2
290	290		29,0						
295	295		29,6						
300	300		30,3						
310	310		31,5						
320	320		32,7	18	11	8	7		2
330	330		33,8						
340	340		34,9						
350	350		36,0						
360	359		37,0						
370	368		38,0						
380	376		38,9	22	13	10	8		2
390	385		39,8						
400	392		40,7						
410	400		41,5						
420	408		41,4	26	15	11	9		2
430	415		43,2						
440	428		44,0						
450	430		44,8						
460	437		45,5						
470	444		46,3						
480	451		47,0	30	18				2
490			47,7						
500			48,3						
510			49,1						
520			49,7	32	20				2
530			50,4						
540			51,0						
550			51,6						
560			52,2						
570			52,8						
580			53,3	35	22				2
590			53,9						
600			54,4						
610			55,0						
620			55,5						
630			56,0	38	25				2
640			56,5						
650			57,0						

Tabela 17.5 (continuare)

Valori medii				Erori tolerate					
Duritate Vickers $F \geqslant 4{,}9$ daN (5 kgf)	Duritate Brinell $k = 30$	Duritate Rockwell		Duritate Vickers pentru F		Duritate Brinell pentru D		Duritate Rockwel HRB și HRC	
				4,9 daN (5 kgf)	9,8 daN (10 kgf)	⩽ 2,5 mm	5 sau 10 mm		
HV	*HB*	*HRB*	*HRC*	± *HV*	± *HV*	± *HB*	± *HB*	± *HRB*	± *HRC*
660			57,5						
670			58,0						
680			58,5	42	28				2
690			59,0						
700			59,5						
720			60,2						
740			61,1						
760			61,9	50	32				2
780			62,7						
800			63,5						
820			64,3						
840			65,0						
860			65,7	60	40				2
880			66,3						
900			66,9						
920			67,5						
940			68,0	60	40				2

Tabela 17.6. **Tabel comparativ al cifrelor de duritate pentru aluminiu, aliaje de aluminiu, cupru și alamă**

Valori medii		Valori medii			Valori medii		Valori medii		
Duritate Vickers $F \geqslant 4{,}9$ daN (5 kgf)	Duritate Brinell $k = 5$; $k = 10$	Duritate Vickers $F \geqslant 4{,}9$ daN (5 kgf)	Duritatea Brinell $k = 5$; $k = 10$	Duritate Rockwell	Duritare Vikers $F \geqslant 4{,}9$ daN (5 kgf)	Duritate Brinell $k = 5$; $k = 10$	Duritate Vikers $F \geqslant 4{,}9$ daN (5 kgf)	Duritatea Brinell $k = 5$; $k = 10$	Duritate Rockwell
HV	*HB*	*HV*	*HB*	*HRB*	*HV*	*HB*	*HV*	*HB*	*HRB*
20	19,0	50	47,5	31,9	80	76,0	125	118,8	69,0
22	20,9	52	49,4	34,4	82	77,9	130	123,5	71,5
24	22,8	54	51,3	36,8	84	79,8	135	128,3	73,9
26	24,7	56	53,2	39,1	86	81,7	140	133,0	76,1
28	26,6	58	55,1	41,3	88	83,6	145	137,8	87,1
30	28,5	60	57,0	43,3	90	85,5	150	142,5	80,0
32	30,4	62	58,9	45,3	92	87,4	155	147,3	81,8
34	32,3	64	60,8	47,2	94	89,3	160	152,0	83,4
36	34,2	66	62,7	49,1	96	91,2	165	156,8	85,0
38	36,1	68	64,6	50,8	98	93,1	170	161,5	86,5
40	38,0	70	66,5	52,5	100	95,0	175	166,3	87,9
42	39,9	72	68,4	56,4	105	99,8	180	171,0	89,2
44	41,8	74	70,3	60,0	110	104,5	185	175,8	90,4
46	43,7	76	72,2	63,3	115	109,3	190	180,5	91,6
48	45,6	78	74,1	66,3	120	114,0	195	185,3	92,7
							200	190,0	93,8
							205	194,8	94,8
							210	194,8	95,7

Observație. Tabelul este valabil pentru $k = 5$ sau 10 la aluminiu și aliaje de aluminiu și pentru $k = 10$ la cupru și alamă.

Echivalarea rezistenței la rupere la tracțiune se poate face numai pe baza durității Brinell, cu ajutorul relației $\sigma_r = 0,35\ HB$.

c. **Încercări tehnologice.** Aceste încercări se fac cu scopul de a determina capacitatea de prelucrare a metalelor sau aliajelor. După procedeul de încercare folosit, încercarea tehnologică poate fi : de maleabilitate, de prelucrabilitate, sudabilitate, tratament termic, scînteiere etc.

Încercarea de maleabilitate este încercarea tehnologică a unui metal sau a unui aliaj, prin care se determină capacitatea acestora de a se deforma — fără fisurare — la o temperatură inferioară celei de topire sub acțiunea unei forțe dinamice sau statice. După procedeul de deformare, se deosebesc : încercarea la ambutisare, la aplatisare, îndoire, lărgire, lățire, răsfrîngere, răsucire, strîngere, turtire. Aceste încercări se fac la cald sau la rece. În cele ce urmează se dau indicații asupra încercărilor de maleabilitate folosite în mod curent.

— *Încercarea de ambutisare* după metoda *Erichsen*, a tablelor pînă la 2 mm grosime. Ea constă în deformarea în matriță cu un penetrator sferic, la temperatura obișnuită, a tablei care se încearcă (fig. 17.5). Se determină adîncimea de ambutisare pînă la rupere (indicele Erichsen *I*) a unei epruvete de secțiune pătrată, circulară sau în bandă, avînd latura, respectiv diametrul sau lățimea, cel puțin egale cu 70 mm.

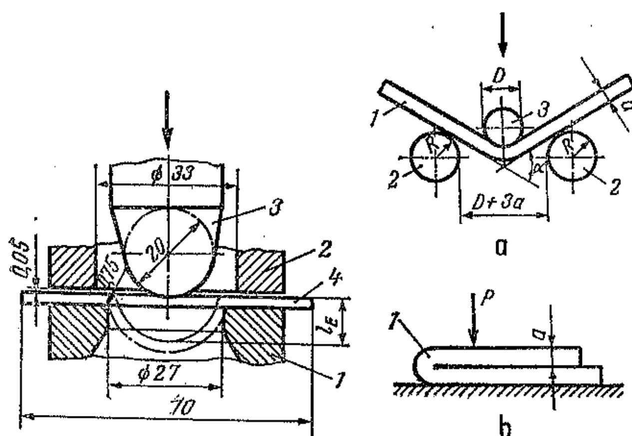


Fig. 17.5. Schema încercării la ambutisare după metoda Erichsen :
1 — matriță ; 2 — inel de strîngere; 3 — penetrator ; 4 — epruvetă.

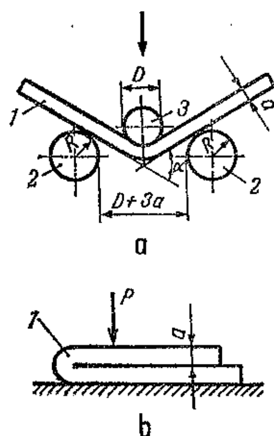


Fig. 17.6. Schema încercării la îndoire :
1 — epruvetă ; 2 — role de sprijin : 3 — rolă poanson

— *Încercarea de aplatisare* constă în verificarea modului cum materialul suportă aducerea de la o formă îndoită la o formă dreaptă, fără ca să apară crăpături sau să se producă o rupere. Încercarea se face la cald sau la rece, prin aplicarea de lovituri de ciocan pînă la desfășurarea unghiului materialului profilat.

— *Încercarea la îndoire* servește la verificarea posibilități-

lor de îndoire, fără crăpături, pînă la un unghi și cu o rază de curbură date. Încercarea se face prin îndoirea lentă a epruvetelor la rece sau la cald, în două alternative :

1. Îndoirea cu o sarcină *P* în jurul unui dorn metalic de diametru *D*, pe două role de sprijin de rază *R*, pînă la un unghi dat α (fig. 17.6, *a*).

2. Îndoirea la 180°, sub sarcina *P*, pînă la contactul fețelor interne ale epruvetei de grosime *a* (fig. 17.6, *b*).

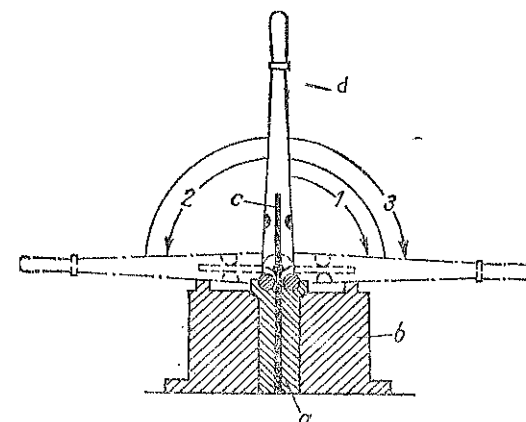


Fig. 17.7. Schema încercării la îndoire alternată :
a — fălci ; b — dispozitiv de strîngere; c — epruvetă de sîrmă sau tablă ; d — antrenor ; 1, 2, 3 — succesiunea operațiilor.

— *Încercarea la îndoire alternată* (fig. 17.7) constă în îndoirea și dezdoirea unei epruvete metalice (sîrmă, tablă) de un anumit număr de ori, pînă la apariția primei exfolieri, crăpături sau rupturi.

— *Încercarea la lărgirea țevilor* (fig. 17.8) se folosește pentru a verifica proprietatea materialului de a permite lărgirea unei țevi, fără crăpături sau rupere, la introducerea unui dorn conic în țeavă, cu ajutorul unei prese sau a loviturilor de ciocan pînă la limita inidicată prin condițiile tehnice.

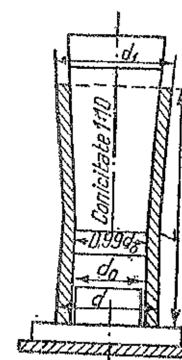


Fig. 17.8. Schema încercării la lărgire a țevilor :
d_0 — diametrul interior inițial ; d — diametrul exterior inițial ; d_1 — diametrul exterior după lărgire.

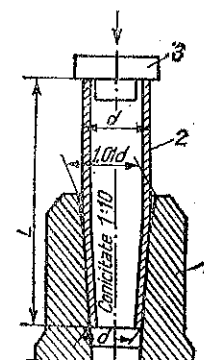


Fig. 17.9. Schema încercării la strîngere a țevilor :
1 — inel ; 2 — țeavă ; 3 — dorn.

— *Încercarea la strîngere a țevilor* (fig. 17.9) constă în a verifica în ce măsură materialul se poate strînge, fără crăpături, la introducerea țevii într-un fel cu o gaură conică în care țeava este supusă la strîngere pînă la o anumită limită, cu ajutorul unei prese sau a loviturilor de ciocan.

d. **Încercări mecanice standartizate.**

- Încercarea la tracțiune . . . . STAS 200-75
- Încercarea la tracțiune a cablurilor de oțel . . . . . . STAS 2172-74
- Încercarea la tracțiune a tablelor și benzilor . . . . . . STAS 2649-76

- Încercarea durității după metoda Brinell . . . . STAS 165-66
- Încercarea durității după metoda Vickers . . . . STAS 492-67
- Încercarea durității după metoda Rockwell . . . . STAS 493-67
- Încercarea de reziliență . . . . STAS 1400-75
- Încercarea la compresiune . . . . STAS 1552-78
- Încercarea la încovoiere a fontelor . . . . STAS 1660-69
- Încercări mecanice și tehnologice ale țevilor de oțel . . . STAS 1111-67
- Încercarea la ambutisare după metoda Erichsen . . . . . STAS 2112-63
- Încercarea la îndoire . . . . STAS 777-73
- Încercarea la îndoire alternată . . . . STAS 1177-74
- Încercarea la dublă îndoire a tabeli subțiri . . . . STAS 2080-67
- Încercarea de refulare . . . . STAS 2233-72
- Încercarea de răsucire a sîrmei . . . . STAS 1750-72
- Încercarea la oboseală prin încovoiere rotativă . . . . . . STAS 5878-77

2.2. ANALIZE CHIMICE

Prin analize calitative și cantitative efectuate în laborator se poate stabili precis care sînt elementele care intră în compoziția chimică a unui aliaj și în ce procent anume.

Aceste analize nu pot da însă indicații asupra structurii metalului și din această cauză nu sînt suficiente pentru stabilirea proprietăților pe care le posedă metalul.

2.3. CONTROL METALOGRAFIC

Prin definiție, studiul structurii aliajelor și metalelor se numește metalografie. Scopul metalografiei este de a identifica constituția, starea fizică, compoziția chimică, omogenitatea și starea cristalină a metalelor sau a aliajelor respective.

Controlul metalografic al aliajelor sau metalelor se efectuează prin următoarele metode: macrografie, micrografie, radiografie și, în ultimul timp, prin microscopul electronic.

Controlul macrografic constă în cercetarea cu ochiul liber sau cu o lupă a suprafeței unui aliaj sau metal, lustruit, în prealabil și atacată cu un reactiv chimic potrivit. Atacarea cu reactiv chimic are ca scop scoaterea în evidență a conturului cristalelor și diferențierea constituenților aliajului. Pentru examinarea macroscopică se folosesc ca reactivi: acidul clorhidric 50%, acidul sulfuric 15%, acidul azotic 25% etc.

Prin control macrografic se identifică corpurile străine aflate în metale și aliaje și se obțin indicații asupra macrostructurii, arătînd: mărimea cristalelor din metal, orientarea cristalelor; se mai pot determina tratamentele suferite de metal.

Controlul micrografic constă în examenul minuțios al suprafeței metalului, cu ajutorul microscopului metalografic, în vederea determinării constituției lui. Probele ce se studiază au fața lustruită și atacată cu reactivii corespunzători aliajului respectiv. Prin măriri de 100—1 500 ori a porțiunilor mici din suprafața cristalelor se poate identifica cu claritate structura cristalelor și deci identifica prezența austenitei, martensitei, cementitei etc.

Controlul metalelor prin radiografie permite studiul acestora cu ajutorul razelor X. Cu ajutorul acestei metode se pot examina defectele pieselor metalice avînd pînă la circa 100 mm grosime. De asemenea se identifică structura cristalină a aliajului.

Controlul metalografic cu microscopul electronic se efectuează, de obicei, la studiul suprafețelor metalice, cu aceleași scopuri ca și controlul micrografic, însă cu posibilități mult mai mari, datorită faptului că se pot obține măriri pînă la 6 000 ori.

3. METALE FEROASE

3.1. FONTE

Fontele sînt aliaje ale fierului cu carbonul (în general în procent de peste 1,7%) și cu alte elemente obișnuite: siliciu, mangan, sulf și fosfor.

3.1.1. **Fonte brute.** (STAS 882-65) Fontele brute, numite și fonte de prima topire, sînt produse obținute în furnal prin reducerea minereurilor de fier. Aceste fonte turnate în blocuri servesc la fabricarea oțelului și a fonelor turnate în piese.

După conținutul de siliciu și mangan, fontele brute se clasifică în: fonte brute nealiate (cu Si și Mn pînă la 5% fiecare) și fonte brute aliate (cu Si și Mn peste 5% fiecare).

Fontele brute aliate se clasifică în:

- **fonte obișnuite pentru turnătorie (FK);**
- **fonte speciale pentru turnătorie (FX);**
- **fonte pentru afinare.**

Fontele brute aliate se clasifică în:

- **fonte silicioase (FS);**
- **fonte oglindă (FOg);**
- **fonte silicioase oglindă (FSOg).**

Mărcile fontelor obișnuite pentru turnătorie sînt: FKO, FK1, FK2, FK3, FK4 și FK5.

Mărcile fontelor speciale pentru turnătorie sînt: FX1, FX2, FX3, FX4, FX5, FX6 și FX7.

3.1.2. **Fonte turnate în piese.** Piesele de fontă se obțin prin retopirea unei încărcături formate din fontă brută, fontă și oțel vechi în cubilou, cuptor rotativ etc. După turnare rezultă piese din fontă albă sau fontă cenușie, după conținutul de mangan sau siliciu și după modul de răcire.

a. **Fonta albă.** Cînd conținutul de mangan depășește o anumită limită, fonta obținută are o spărtură albă. Fonta albă se mai poate obține și prin răcirea bruscă a pieselor după turnare. La turnarea pieselor în cochilii, din cauza răcirii bruște, stratul în contact cu pereții cochiliei este alb, în timp ce miezul rămîne cenușiu.

Fontele albe sînt dure și nu pot fi prelucrate prin așchiere.

b. **Fonta cenușie cu grafit lamelar, turnată în piese** (STAS 568-75) se folosește în construcțiile de mașini. Prezența carbonului liber sub formă de grafit o face să fie ușor prelucrabilă.

După rezistența minimă la tracțiune, fontele cenușii cu grafit lamelar se clasifică conform tabelei 17.7.

Tabela 17.7. **Mărcile fontei cenușii cu grafit lamelar, turnată în piese (STAS 568–75)**

Marca fontei	Marca fontei
Fc 100	Fc 300
Fc 150	Fc 350
Fc 200	
Fc 250	Fc 400

Cînd se alege marca fontei, trebuie să se țină seama că o dată cu majorarea grosimilor pereților pieselor, proprietățile mecanice ale fontelor scad. În tabela 17.8 se dă informativ modificarea rezis-

Tabela 17.8. **Caracteristicile mecanice ale fontei cenușii cu grafit lamelar turnate în piese (STAS 568–75)**

Marca fontei	Diametrul: Probei turnate mm	Diametrul: Epruvetei prelucrate mm	Rezistența minimă la tracțiune: MN/m²	Rezistența minimă la tracțiune: kgf/mm²
Fc 100	9	6	1,6	16
	13	8	1,4	14
	20	12,5	1,2	12
	30	20	1,0	10
Fc 150	9	6	2,5	25
	13	8	2,3	23
	20	12,5	1,8	18
	30	29	1,5	15
	45	32	1,1	11
Fc 200	13	8	2,8	28
	20	12,5	2,3	23
	30	20	2,0	20
	45	32	1,6	16

Marca fontei	Diametrul: Probei turnate mm	Diametrul: Epruvetei prelucrate mm	Rezistența minimă la tracțiune: MN/m³	Rezistența minimă la tracțiune: kgf/mm²
Fc 250	13	8	3,3	33
	20	12,5	2,8	28
	30	20	2,5	25
	45	32	2,1	21
Fc 300	20	12,5	3,3	33
	30	20	3,0	30
	45	32	2,6	26
Fc 350*	20	12,5	3,8	38
	30	20	3,5	35
	45	32	3,4	34
Fc 400*	30	20	4,0	40
	45	32	3,6	36

* Se fabrică numai cu acordul producătorului.

tenței la tracțiune și a durabilității Brinell, funcție de diametrele epruvetelor corespunzătoare grosimii peretelui piesei. Cînd piesele din fontă cenușie sînt supuse solicitărilor de încovoiere, rezistența la încovoiere necesară este indicată în STAS 568-75.

c. **Fonta cu calități superioare.** În afară de fontele menționate în tabela 17.8 se mai elaborează: fonte aliate, fonte modificate și fonte cu grafit nodular.

1. *Fontele aliate* cele mai întrebuințate sînt:

Fontele cu siliciu (pînă la 18% Si). Acestea sînt rezistente la coroziunea prin acizi, au duritate foarte mare și se prelucrează numai cu carburi metalice sau prin rectificare.

Un produs sovietic, *silalul*, se folosește cu succes la turnarea pieselor care lucrează la temperaturi pînă la 900°.

— Fontele cu fosfor se utilizează la turnarea pieselor fără rezistență mare. Ele sînt folosite la turnarea pieselor cu ornamentații.

— Fontele cu nichel. Un conținut de 5% nichel mărește proprietățile mecanice ale fontei. Fontele cu 10% Ni rezistă la coroziune pînă la aproximativ 800°.

— Fontele cu crom. Cromul face fonta mai dură și mărește rezistența ei la coroziune.

— Fontele cu crom și nichel (1% Cr și aproximativ 3% Ni) sînt dure, rezistente și cu tenacitatea materialului mărită.

2. *Fonta modificată* are caracteristici mecanice mult superioare fontelor cenușii nealiate. Procesul modificării constă din adăugarea în oala de turnare cu fontă lichidă a diferite adaosuri: ferosiliciu, silicoaluminiu, silicocalciu etc. Prin aceasta, fonta lichidă care în condiții obișnuite de răcire, pentru secțiunea dată, ar avea o structură albă sau pestriță, prin tratare cu adaosurile specificate, în aceleași condiții de răcire, își schimbă structura, devenind cenușie pe toată secțiunea sau numai în interior, după cum este condusă operația în vederea scopului urmărit.

Rezistența minimă de rupere la tracțiune a fontei modificate este de 30—40 kgf/mm², iar prin călire și revenire ea poate ajunge pînă la 80 kgf/mm².

3. *Fonta cu grafit nodular* (STAS 6071-75). Se obține prin turnarea în oală cu fontă cenușie lichidă o anumită cantitate de magneziu pur, electron sau prealiaje conținînd magneziu. Aceste adaosuri produc o separație a grafitului în formă sferoidală, ceea ce face ca să se mărească mult rezistența minimă de rupere la tracțiune.

În tabela 17.9 sînt indicate caracteristicile mecanice ale fonelor nealiate cu grafit nodular (sferoidal) turnate în piese.

Tabela 17.9. **Caracteristicile mecanice ale fontelor cu grafit nodular, turnate în piese (STAS 6071–75)**

Marca fontei*)	Rezistența la tracțiune, R_m N/mm² (kgf/mm²)	Alungirea la rupere A_5 %	Limita de curgere convențională, $R_{p0,2}$ N/mm² (kgf/mm²)	Reziliența KCU 2 J/cm²	Duritatea Brinell HB	Microstructura masei metalice
	minim				informativ	
Fgn 370–17	370 (37)	17	230 (23)	16	140...180	ferită
Fgn 400–12	400 (40)	12	250 (25)	—	150...200	ferită
Fgn 450–5	450 (45)	5	320 (33)	—	160...220	perlită +ferită
Fgn 500–7	500 (50)	7	350 (36)	—	170...240	perlită +ferită
Fgn 600–2	600 (60)	2	400 (41)	—	210...280	perlită
Fgn 700–2	700 (70)	2	450 (46)	—	230...300	perlită

*) În paranteză au fost trecute vechile notări

Datorită rezistenței mecanice foarte mari, fontele modificate și cele cu grafit nodular se folosesc pentru piese importante (arbori cotiți, roți dințate, matrițe, piese de turbine etc.), precum și ca înlocuitor al fontelor maleabile, al oțelurilor și al metalelor neferoase.

3.1.3. Fonte maleabile nealiate turnate în piese (STAS 569-70).

Fontele maleabile nealiate turnate în piese se împart în trei grupe, în funcție de structura masei metalice de bază și de forma și cantitatea grafitului obținut, conform tabelei 17.10.

Tabela 17.10 **Constituenții fontelor maleabile nealiate turnate în piese (STAS 569–70).**

	Fonta maleabilă neagră	Fonta maleabilă perlitică	Fonta maleabilă albă
Aspect în spărtură	negru sau negru cu dungă exterioară albă	de la negru la gri specific, cu sau fără dungă exterioară albă	de la gri-argintiu în exterior, pînă la negru în centrul pieselor mai groase
Microstructură specifică	ferită plus grafit de recoacere (+perlită în cantitate mică)	perlită sau alți constituenți rezultați din transformarea austenitei + grafit de recoacere	ferită (+perlită) în secțiunile mici; în secțiunile groase: perlită (+ferită) + grafit de recoacere cu zonă de ferită exterior

După caracteristicile mecanice, fontele maleabile se clasifică conform tabelei 17.11.

Tabela 17.11. **Fontă maleabilă turnată în piese. Caracteristici mecanice (STAS 569–70)**

	Marca	Diametrul epruvetei d mm	Rezistența la tracțiune R min daN/mm²	Rezistența la tracțiune R min kgf/mm²	Limita de curgere min. R 0,2 daN/mm²	R 0,2 kgf/mm²	R 0,5 daN/mm²	R 0,5 kgf/mm²	Alungirea la rupere A % min.	Duritatea Brinell HB max.	Îndoirea la rece sub un unghi de
Fontă maleabilă albă	Fma 35.03	9	27,40	28	—	—	—	—	7	200	—
		12	31,40	32	—	—	—	—	4	220	
		15	34,30	35	—	—	—	—	3	240	
	Fma 42.04	9	35,50	36	19,60	20	21,60	22	10	200	—
		12	39,20	40	21,60	22	23,50	24	6	220	
		15	41,20	42	23,50	24	25,50	26	4	240	
Fontă maleabilă neagră	Fmn 30.06	15	29,40	30	—	—	—	—	6	160	30°
	Fmn 32.08		31,40	32	—	—	—	—	8	160	
	Fmn 32.10		31,40	32	16,80	17	18,60	19	10	160	
	Fmn 35.10		34,30	35	16,80	17	18,60	19	10	150	
	Fmn 35.12		34,30	35	18,60	19	20,60	21	12	150	
	Fmn 37.12		36,30	37	18,60	19	20,60	21	12	150	
	Fmn 37.14		36,30	37	18,60	19	20,60	21	14	150	
Fontă maleabilă perlitică	Fmn 45.07	15	44,10	45	25,50	26	27,50	28	7*	220	—
	Fmp 50,05		49,00	50	29,40	30	31,40	32	5*	240	
	Fmp 55.04		53,90	55	32,30	33	35,30	36	4*	260	
	Fmp 60.03		58,80	60	35,30	36	38,20	39	3	270	
	Fmp 65.03		63,70	65	38,20	39	41,20	43	3	270	
	Fmp 70.02		68,60	70	49,00	50	53,90	55	2	280	

*) În cazul cînd prin comandă se urmărește realizarea unei fonte cu caracteristici speciale de rezistență, uzură, duritate etc., se admite scăderea alungirii pînă la 4 % pentru marca Fmp 45 și 3 % pentru mărcile Fmp 50 și Fmp 55.

Notarea fontelor maleabile se face indicînd simbolul fontei maleabile (Fm), după care urmează: valoarea minimă a rezistenței la tracțiune, un simbol literal care arată grupa (n = neagră, p = perlitică și a = albă) și numărul standardului.

Exemple:

Fma 35.03 STAS 569-70;
Fmm 37.12 STAS 569-70;
Fmp 60.03 STAS 569-70.

Fonta maleabilă albă este indicată pentru piese cu greutatea pînă la 1 kgf, cu grosimea pereților uniformă (3—20 mm), ca lanțuri, roți, chei etc. Fonta maleabilă neagră se folosește pentru piese cu grosimea pereților mai mare și inegală (3—40 mm) ca tamburi de frînă, carcase, diverse piese mărunte etc. Avînd o alungire mai mare, fonta maleabilă neagră este mai indicată.

3.2. OȚELURI PENTRU PIESE DE MAȘINI

3.2.1. Generalități. Oțelul și fonta sînt metalele cele mai mult utilizate în construcția de mașini.

Elementele care intră în compoziția chimică a oțelului sînt: fierul, carbonul, siliciul, manganul, cromul, nichelul, sulful, fosforul etc.

Conținutul de carbon în oțel este cuprins între limitele 0,004 și 1,7%. Cu cît conținutul de carbon în oțel este mai mare, cu atît oțelul este mai rezistent și mai dur. Oțelul cu 0,05 — 0,3% carbon se numește *oțel moale*; oțelul cu 0,3—0,6% carbon avînd o duritate medie este numit *oțel semidur*, iar oțelul cu 0,6—1,7% carbon poartă denumirea de *oțel dur*. Oțelul cu un conținut sub 0,3% carbon nu se călește. Cînd oțelul are mai mult carbon își schimbă prin călire proprietățile. Oțelul fără conținut de elemente speciale se numește: *oțel carbon*, dacă conținutul în elemente uzuale (siliciu, mangan etc.) nu depășește procentul uzual. Dacă la fabricarea oțelului se mai introduc și alte elemente (crom, nichel, wolfram, vanadiu, cobalt etc.), oțelul obține calități mecanice, fizice și chimice deosebite și se numește *oțel aliat*.

Siliciul și manganul introduse intenționat în oțel, contribuie la mărirea rezistenței la rupere, a durității și elasticității. Oțelul conține de obicei pînă la 0,35% siliciu și pînă la 0,8% mangan. În cazurile cînd se depășesc aceste conținuturi, manganul și siliciul se consideră elemente de aliere — deoarece asemenea oțeluri au proprietăți speciale.

Fosforul și sulful sînt dăunătoare oțelului, deoarece primul îl face fragil chiar la temperaturi normale, iar al doilea la temperaturi ridicate, producînd fisuri.

Oțelurile se împart în oțeluri turnate și oțeluri forjate și laminate.

3.2.2. Oțeluri turnate. Din această grupă fac parte oțelurile carbon turnate în piese și oțelurile aliate turnate în piese.

3.2.2.1. *Oțelurile carbon turnate în piese* (STAS 600-74). Produsele din acest oțel se obțin prin turnarea în forme a oțelului carbon nealiat produs în cuptorul Martin, cuptorul electric sau în convertizor.

Pentru reducerea tensiunilor interne, pentru îmbunătățirea structurii materialului și pentru obținerea caracteristicilor mecanice prescrise, piesele din oțel turnat trebuie supuse unui tratament termic, care trebuie să cuprindă cel puțin o recoacere.

Oțelul carbon turnat în piese se clasifică în trei grupe:

— grupa 1, oțel cu prescripții pentru rezistența de rupere la tracțiune și alungire;

— grupa 2, oțel cu prescripții pentru rezistența de rupere la tracțiune, pentru alungire și pentru limita de curgere;

— grupa 3, oțel cu prescripții pentru rezistența de rupere la tracțiune, pentru alungire, pentru limita de curgere și pentru reziliență sau gîtuirea la rupere.

În tabela 17.12 sînt indicate caracteristicile mecanice ale acestor oțeluri, după tratamentul termic.

Tabela 17.12. **Caracteristicile mecanice ale oțelului carbon turnat în piese (după tratamentul termic) (STAS 600—74)**

Grupa	Marca	Rezistența de rupere la tracțiune R min.		Limita de curgere R_c min.		Alungirea la rupere A_5 % min.	Gîtuirea la rupere Z % min.	Reziliența $KCU2$ min.		Duritatea Brinell HB min. (informativ)
		N/mm²	kgf/mm²	N/mm²	kgf/mm²			J/cm²	kgf/cm²	
1	OT 40	390	40	—	—	20	—	—	—	110
	OT 45	440	45	—	—	18	—	—	—	124
	OT 50	490	50	—	—	15	—	—	—	138
	OT 55	540	55	—	—	12	—	—	—	153
	OT 60	590	60	—	—	10	—	—	—	169
	OT 70*	690	70	—	—	6	—	—	—	179
2	OT 40	390	40	200	20	25	—	—	—	110
	OT 45	440	45	240	24	22	—	—	—	124
	OT 50	490	50	270	28	18	—	—	—	138
	OT 55	540	55	310	32	15	—	—	—	153
	OT 60	590	60	340	35	12	—	—	—	169
	OT 70*	690	70	410	42	10	—	—	—	179
3	OT 40	390	40	200	20	25	35	50	5,0	110
	OT 45	440	45	240	24	22	30	40	4,0	124
	OT 50	490	50	270	28	18	25	35	3,5	138
	OT 55	540	55	310	32	15	21	30	3,0	153
	OT 60	590	60	340	35	12	18	25	2,5	169

*) Se livrează la înțelegere între producător și beneficiar.

Notarea oțelurilor carbon turnate în piese se face indicînd OT (oțel turnat), urmat de valoarea rezistenței minime la tracțiune, exprimată în kgf/mm^2, grupa oțelului și numărul standardului. Exemplu: OT 40—1 STAS 700-64.

Oțelul carbon turnat este indicat pentru piese turnate de rezistență, alungire și tenacitate ridicate. El este forjabil, sudabil, însă mai greu de turnat decît forma. În plus, prezintă o suprafață mai rugoasă și proprietăți de alunecare inferioare fontei cenușii.

3.2.2.2. *Oțeluri slab aliate și aliate turnate, în piese.* (STAS 1773-76). Aceste oțeluri sînt elaborate, în general, în cuptorul electric și numai excepțional în cuptorul Martin. Ele conțin unul sau mai multe din următoarele eleme:.te: mangan, siliciu, molibden, crom sau nichel.

Aceste oțeluri se notează printr-un simbol format din litere și cifre, care au următoarele semnificații:

— litera T indică starea turnată;

— primele cifre care urmează după litera T indică în sutimi procentul mediu de carbon;

— cifrele de la sfîrșitul simbolului indică în zecimi de procente conținutul mediu în elementul principal de aliere (ultima literă din simbol). Simbolurile elementelor de aliere sînt înscrise în ordinea crescîndă a conținutului sau a importanței lor din oțelul respectiv.

Semnificația literelor este următoarea: M = mangan, S = siliciu, Cr = crom, Mo = molibden, V = vanadiu, N = nichel, T = titan, Cu = cupru.

În tabela 17.13 sînt arătate caracteristicile mecanice ale acestor oțeluri.

3.2.3. **Oțeluri forjate și laminate.** Aceste oțeluri sînt produse în stare lichidă (oțel de fuziune) și apoi turnate în lingotiere. Lingourile de oțel sînt transformate în diferite semifabricate forjate (arbori cotiți pentru motoare, cilindri pentru laminor etc.) sau în semifabricate laminate (șine de cale ferată, oțel cornier, oțel lat, oțel rotund, table etc.).

Din punctul de vedere al utilizării, oțelurile forjate și laminate se clasifică în oțeluri de construcție și oțeluri pentru scule.

3.2.3.1. *Oțelurile de construcție.* Se împart în oțeluri carbon de construcție, oțeluri aliate de construcție și oțeluri aliate pentru scopuri speciale.

a. **Oțeluri carbon de construcție.** Oțelurile carbon standardizate pînă în prezent sînt: oțelurile de uz general pentru construcții, oțelurile carbon de Walitate și oțelurile carbon superioare.

— *Oțelurile de uz general pentru construcții* (carbon și slab aliate folosite în mod curent la construcții metalice și mecanice sub formă de semifabricate, bare forjate și laminate finite, se clasifică după garan-

Tabelul 17.13. **Caracteristicile mecanice ale oțelurilor slab aliate și aliate, turnate în piese (după tratamentul termic) (STAS 1773—76)**

Marca oțelului	Tratamentul termic aplicat: Tipuri de tratament	Tratamentul termic aplicat: Temperaturi recomandate °C	Limita de curgere $R_{p0,2}$ N/mm^2 (kgf/mm^2) min.	Rezistența de rupere la tracțiune R_m N/mm^2 (kgf/mm^2)	Alungirea la rupere A, pentru $L = 5,65\sqrt{S_0}$ %	Gîtuirea la rupere Z %	Reziliența KCU 300/2 J/cm^2 ($kgf.m/cm^2$)	Reziliența KCU 300/5*) J/cm^2 ($kgf.m/cm^2$)	Duritatea Brinell HB
			minimum						
A. Oțeluri de largă utilizare									
T20Mn14	Normalizare+ Revenire	880…900 600…650	295 (30)	540…780 (55…80)	18	25	49(5,0)	35(3,5)	160
	Călire+ Revenire	800…920 600…650	440 (45)	640…880 (65…90)	14	25	49(5,0)	35(3,5)	190
T35Mn14	Normalizare+ Revenire	800…900 600…650	295 (30)	540…780 (55…80)	12	25	29(3,0)	20(2,0)	160
	Călire+ Revenire	850…880 600…650	345 (35)	590…830 (60…85)	14	30	49(5,0)	35(3,5)	174
T40Mn11	Normalizare+ Revenire	850…860 570…600	410 (52)	640…880 (65…90)	16	25	39(4,0)	30(3,0)	190
T30SiMn12	Normalizare+ Revenire	870…890 570…600	345 (35)	590…830 (60…85)	14	25	29(3,0)	20(2,0)	174
	Călire+ Revenire	870…880 570…600	390 (40)	640…880 (65…90)	14	30	49(5,0)	35(3,5)	190
T40MnNi07	Normalizare+ Revenire	850…860 570…600	410 (42)	640…880 (65…90)	16	25	39(4,0)	30(3,0)	190
T34MoCr09	Călire+ Revenire	850…860 600…650	490 (50)	640…880 (65…90)	12	25	35(3,5)	25(2,5)	190
T35MoCrNi08	Normalizare+ Revenire	850…870 640…680	440 (45)	640…880 (65…90)	15	—	29(3,0)	20(2,0)	190
	Călire+ Revenire	840…860 570…620	540 (55)	740…930 (75…95)	15	25	49(5,0)	35(3,5)	220
T26S9IMn14	Omogenizare	900…950	—	—	—	—	—	—	—
	Normalizare	880…900	390 (40)	590…830 (60…85)	12	20	35(3,5)	—	174

Tabela 17.13 (continuare)

Marca oțelului	Tipuri de tratament	Temperaturi recomandate °C	Limita de curgere R_{p02} N/mm² (kgf/mm²) min.	Rezistența de rupere la tracțiune R_m N/mm² (kgf/mm²)	Alungirea la repere A, pentru $L=5{,}65\sqrt{S_0}$ %	Gîtuirea la rupere Z %	Reziliența KCU 300/2 J/cm² (kgf. m/cm²)	Reziliența KCU 300/5*) J/cm² (kgf. m/cm²)	Duritatea Brinell HB
					minimum				
T26VSiMn14	Călire+ Revenire	870...890 550...650	490 (50)	690...830 (70...85)	11	20	39(4,0)	—	204
T20TiMn12	Normalizare+ Revenire	880...900 600...650	275 (28)	540...780 (55...80)	18	30	30(3,0)	—	160
B. Oțeluri elaborate cu acordul producătorului									
T35SiCrMn11	Normalizare+ Revenire	870...890 570...600	345 (35)	590...830 (60...85)	14	25	29(3,0)	20(2,0)	174
	Călire+ Revenire	870...880 630...670	590 (60)	780...980 (80...100)	10	20	39(4,0)	30(3,0)	132
T30MoCrNi14	Normalizare+ Revenire	860...880 600...650	540 (55)	690...880 (70...90)	12	20	29(3,0)	20(2,0)	204
	Călire+ Revenire	860...870 600...650	640 (65)	780...980 (80...100)	10	20	39(4,0)	30(3,0)	232
T40TiCrNi17	Călire+ Revenire	830...840 570...600	690 (70)	880...1080 (90...110)	10	20	39(4,0)	30(3,0)	264
T12VMoCuCr-Ni16	Normalizare+ Revenire	940...960 520...630	640 (65)	780...980 (80...100)	12	20	29(3,0)	20(2,0)	232
	Călire+ Revenire	890...910 520...630	780 (80)	980...1120 (100...120)	10	20	29(3,0)	20(2,0)	289
T40VMn17	Călire+ Revenire	860...870 640...660	530 (54)	830...1030 (85...105)	8	—	—	—	240

* Valorile pentru rezistența KCU 300/5 sînt informative

Observație. Mediile de călire și revenire se lasă la latitudinea producătorului. Se recomandă uleiul ca mediu pentru călirea oțelului.

țiile de livrare în patru clase de calitate, conform tabelului 17.14 (STAS 500/1-68).

Tabela 17.14. **Clasele de calitate ale oțelurilor de uz general pentru construcții (STAS 500/1—68)**

Clasa de calitate	Lingouri și semifabricate care urmează să fie prelucrate prin deformare: Compoziția chimică	Lingouri și semifabricate: Caracteristicile mecanice de rezistență și tehnologice	Produse finite laminate (forjate): Compoziția chimică	Caracteristicile mecanice de tracțiune	Îndoirea la rece	Reziliența KCU2 la +20°C	Energia de rupere KV la 0°C	Energia de rupere KV la −20°C[3]
1	×	la cerere	×[2]	×[2]	×[2]			
2	×		×	×	×	×		
3	×		×	×	×		×	
4[1])	×		×	×	×			×

[1]) Clasa de calitate 4 se referă numai la table și platbande.

[2]) Cu acordul beneficiarului, livrarea produselor finite se poate face fără garantarea compoziției chimice sau fără garantarea caracteristicilor mecanice de tracțiune și îndoire la rece.

[3]) La cererea beneficiarului, precizată în comandă, în locul energiei de rupere KV la −20°C, producătorul va garanta energia de rupere KV la −30°C sau −40°C, simbolizarea completîndu-se în acest caz cu I pentru garantarea energiei de rupere KV la −30°C, și cu II pentru garantarea energiei de rupere KV la −40°C.

Notarea se face prin simbolul OL urmat de două cifre care reprezintă rezistența minimă de rupere la tracțiune, în kgf/mm², în afară de marca OL 00.

Simbolul mărcii se completează cu cifra 1, 2, 3 sau 4, reprezentînd clasa de calitate corespunzătoare caracteristicilor garantate conform tabelei 1, și cu litera ce indică gradul de dezoxidare al oțelului (n — necalmat, s — semicalmat și k — calmat).

Dacă în simbol nu apare gradul de dezoxidare, se înțelege oțel elaborat necalmat.

Exemple de notare: OL 37.3.k, înseamnă oțel de uz general cu rezistența minimă de rupere de 37 kgf/mm², din clasa de calitate 3, calmat;

OL 34.1 n = OL 34.1, înseamnă oțel de uz general, cu rezistența minimă de rupere de 34 kgf/mm², din clasa de calitate 1, necalmat.

Compoziția chimică a oțelurilor de uz general pentru construcții este dată în tabela 17.15.

În tabela 17.16 sînt indicate caracteristicile mecanice de rezistență și tehnologice ale oțelurilor de uz general pentru construcții.

Indicații asupra semifabricatelor și produselor siderurgice fabricate din aceste oțeluri, se găsesc în tabela 17.17.

În tabela 17.18 sînt date indicații de folosire pentru diferitele calități ale oțelurilor de uz general pentru construcții.

Tabela 17.15 **Compoziţia chimică a oţelurilor de uz general pentru construcţii (STAS 500/2-68)**

Marca	Clasa de calitate	Gradul de dezo-xidare	Compoziţia chimică %: C pe oţel lichid	C pe produs	Mn pe oţel lichid	Mn pe produs	Si pe oţel lichid	Si pe produs	P max. pe oţel lichid	P max. pe produs	S max. pe oţel lichid	S max. pe produs	Alte elemente
OL32	1	n	max. 0,12	max. 0,17	0,25...0,55	0,21...0,60	max. 0,07	max. 0,07	0,050	0,055	0,050	0,055	—
		k[2)]		max. 0,17			max. 0,37	max. 0,40					
OL34	1	n	max. 0,15	max. 0,19	0,25...0,55	0,21...0,60	max. 0,07	max. 0,07	0,050	0,055	0,050	0,055	—
		k[2)]		max. 0,17			max. 0,37	max. 0,40					
OL37 (OL38)	1	n	max. 0,20	max. 0,25	0,30...0,80	0,26...0,85	max. 0,07	max. 0,07	0,060	0,065	0,050	0,055	—
		k[2)]		max. 0,22,			max. 0,37	max. 0,40					
	2	n	max 0,18	max. 0,22			max. 0,07	max. 0,07	0,050	0,055	0,050	0,055	—
		k[3)]		max. 0,20			max. 0,37	max. 0,40					
	3	k	max. 0,17	max. 0,19			max. 0,40	max. 0,40	0,045	0,050	0,045	0,050	Al min 0,025
	4								0,040	0,045	0,040	0,045	
OL42	1	n	max. 0,25	max. 0,31	0,25...0,80	0,31...0,85	max. 0,07	max. 0,07	0,060	0,065	0,050	0,055	—
		k[2)]		max. 0,28			max. 0,37	max. 0,40					
	2	n	max. 0,25	max. 0,31			max. 0,07	max. 0,07	0,050	0,055	0,050	0,055	—
		k[3)]	max. 0,23	max. 0,25			max. 0,37	max. 0,40					
	3	k	max. 0,23	max. 0,25			max. 0,50	max. 0,50	0,045	0,500	0,045	0,050	—
OL44	2	k	max. 0,20	max. 0,50	0,80...1,10	0,75...1,15	max. 0,50	max. 0,50	0,050	0,055	0,050	0,055	—
	3								0,045	0,050	0,045	0,050	Al min 0,025
	4								0,040	0,045	0,040	0,045	
OL52[1)] (17M13)	2	k	max. 0,20	max. 0,22	1,10...1,50	1,05...1,55	max. 0,50	max. 0,50	0,050	0,055	0,050	0,055	—
	3								0,045	0,050	0,045	0,050	Al min 0,025
	4A								0,040	0,045	0,040	0,045	
	4B		max. 0,18	max. 0,20					0,035	0,040	0,035	0,040	Al min 0,025 V max 0,15
OL 50	1	k	≈ 0,30		0,50...0,80	0,47...0,85	max. 0,37	max. 0,40	0,050	0,055	0,050	0,055	—
OL 60	1	k	≈ 0,40		0,50...0,80	0,47...0,85	max. 0,37	max. 0,40	0,050	0,055	0,050	0,055	—
OL 70	1	k	0,50		0,50...0,80	0,47...0,85	max. 0,37	max. 0,40	0,050	0,055	0,050	0,055	—
OL 00		—	max. 0,23	max. 0,26	—	—	—	—	—	—	—	—	—

1) Simbolurile din paranteză sînt cele vechi.
2) Se pot elabora şi ca oţeluri semicalmate cu conţinut de Si de max. 0,17%. În acest caz, simbolul mărcii se completează cu litera „s°° (semicalmat).

Tabela 17.16. **Caracteristicile mecanice ale oțelurilor de uz general pentru construcții de mașini (STAS 500/2—68)**

Marca	Clasa de calitate	Gradul de dezoxidare	Limita de curgere Rc (σ_c) daN/mm² (kgf/mm²) Rc (σ_c) min.			Rezistența de rupere la tracțiune R(σr) daN/mm² (kgf/mm)²	Alungirea relativă la rupere A_5 (/5)% min	Îndoire la rece	Rezistența *KCU* daJ/cm² (kgf.m/cm²) min.		Energia. de rupere KV daJ(kgf.m) min.	
			Pentru produse cu diametrul sau grosimea „a", în mm									
			A) profile pline (sau forjate) $a \leqslant 16$; $16 \leqslant a \leqslant 40$; $40 < a \leqslant 100$ B) profile fasonate; $a \leqslant 16$; $a > 16$ — C) Table, benzi, platbande $a \leqslant 16$; $16 < a \leqslant 25$; $25 < a \leqslant 40$				A) Profile pline (sau forjate) $8 < a < 40$ B) profile fasonate $6 < a \leqslant 16$. C) Table benzi, platbande $8 < a \leqslant 25$	$a < 16$ α = unghi de îndoire = 180 d=diametrul dornului = grosimea epruvetei	la +20° $a \leqslant 16$	la +20° $a > 16$	la 0°	la −20° −30° sau −40°
OL 32	1	n, k	17,6 (18)	16,7 (17)	15,7 (16)	31,4...39,2 (32...40)	33	$d = 0$	—	—	—	—
OL 34	1	n, k	19,6 (20)	18,6 (19)	17,6 (18)	33,3...41,2 (34...42)	31	$d = 0,5\,a$	—	—	—	—
OL 37 (OL 38)	1	n, k	23,5 (24)	22,5 (23)	20,6 (21)	36,3...44,1 (37...45)	25	$d = 1,5\,a$	—	—	—	—
	2	n, k							7	6		
	3	k					26	$d = 1\,a$	—	—	2,8	—
	4										—	2,8
OL 44	1	n, k	25,5 (26)	24,5 (25)	22,5 (23)	41,2...49,0 (42...50)	22	$d = 2\,a$	—	—	—	—
	2	n, k						$d = 1,5\,a$	7	6	—	—
	3	k					25	$d = 1\,a$	—	—	2,8	—
OL 44	2	k	28,4 (29)	27,4 (28)	25,5 (26)	43,1...53,9 (44...55)	22	$d = 2\,a$	6	5	—	—
	3						25		—	—	2,8	—
	4								—	—	—	2,8
OL 52 (17M13)	2	k	35,3 (36)	34,3 (35)	la înțelegere	51...60,8 (52...62)	20	$d = 3\,a$	6	5	—	—
	3						22	$d = 2,5\,a$	—	—	2,8	—
	4A, 4B								—	—	—	2,8
OL 50	1	k	28,4 (29)	27,4 (28)	26,5 (27)	49,0...60,8 (50...62)	10	$d = 3,5\,a$	—	—	—	—
OL 60	1	k	31,4 (32)	30,4 (31)	29,4 (30)	60,8...70,6 (60...72)	13	—	—	—	—	—
OL 70	1	k	35,3 (36)	34,3 (35)	35,3 (34)	min. 68,6 (70)	10	—	—	—	—	—
OL 00	—	—	—	—	—	min. 31,4 (32)	20	$d = 3a$	—	—	—	—

Tabela 17.17. **Semifabricate și produse siderurgice din oțeluri de construcții de uz general (STAS 500–68)**

Denumirea semifabricatului sau produsului	STAS	OL 00	OL 32	OL 34	OL 38	OL 42	OL 50	OL 60	OL 70
Semifabricate pentru relaminare și forjare	436–68	+	+	+	+	+	+	+	+
Bare rotunde și pătrate; oțel lat și platbande	333–68 334–68 395–68 505–62	+	+	+	+	+	+	+	+
Oțel rotund pentru șuruburi și nituri	794–64			+	+				
Sîrmă rotundă laminată la cald	563–66	+	+	+	+	+	+	+	+
		Φ 5–5,5 mm				Φ 6–12mm			
Oțel beton rotund, neted sau cu profil periodic	438–67	+			+				
Oțel rotund pentru antretoaze și șuruburi de plafon, splinturi, cuie diferite etc	1991–65			+	+				
Oțel semirotund	1722–68	+ Φ10–20			+ Φ20–38				
Oțel profilat (I, U, T, cornier, profile pentru ferestre metalice, profile pentru potcoave)	424–66 565–63 564–63 566–68				+				
Oțel H pentru butoaie metalice	1772–65			+					
Table groase și platbande	505–62 437–67	+		+	+	+	+		
Tablă subțire pentru construcții mecanice	901–67		+	+	+	+	+	+	+
Tablă neagră, tablă zincată, tablă ondulată	1946–69 2028–65 2029–68		+	+					
Tablă decapată, tablă cositorită	1088–68 900–68		+						
Bandă laminată la cald	908–69			+	+	+	+	+	+
Țevi și mufe pentru țevi de instalații	403–66 5560–67	+							
Bare trase la rece	2880–69			+	+	+	+	+	
Bare rotunde hexagonale calibrate	1800–69 2305–64		+	+	+	+	+	+	+

Tabela 17.17 (continuare)

Denumirea semifabricatului sau produsului	STAS	OL 00	OL 32	OL 34	OL 38	OL 42	OL 50	OL 60	OL 70
Benzi laminate la rece, benzi de oțel plumbuite, benzi pentru ambalaj	1945–73 2370–77 5453–68			+					
Sîrme trase la rece pentru diferite scopuri (cuie, linii de telecomunicație, împletituri, ace, agrafe, perii, spițe etc)	889–76 3640–78 5687–76 2232–67			+	+	+			
Sîrmă semirotundă	3934–73			+	+				
Tablă striată, țevi pătrate și dreptunghiulare	3480–75 6086–70	+							
Oțel tras la rece pentru pene paralele	6500–66								
Tablă de oțel pentru butelii de gaz	6450–61		+	+					

Tabela 17.18. **Indicații de folosire a oțelului de uz general pentru construcții (STAS 500/2–68)**

Calitate	Caracteristici speciale	Întrebuințări
OL 00 OL 32	—	Pentru construcții fără importanță. Exemplu : parapete pentru scări, poduri etc.
OL 34	Sudabil	Tablă subțire, nituri, piese brute fără prelucrare, care nu vor fi tratate termic și pentru care trebuie garantată o anumită rezistență de rupere. Sudabil după toate procedeele.
OL 37	Cementabil și sudabil	Profile oțel-beton; piese de construcție care trebuie să fie tenace, de exemplu : șuruburi, axe, inele de strîngere; piese obișnuite, pîrghii, dispozitive etc.; piese care urmează a fi cementate, de exemplu : bolțuri, cepuri, bucșe etc.
OL 42	Încă cementabil, greu sudabil	Piese supuse la solicitări alternante nu prea mari: tije, arbori cotiți, manivele. Piese în mișcare de importanță redusă, de exemplu : axe care nu sînt supuse la uzură mare. Piese cu rezistență mai mare decît cele indicate la OL 37. Piese presate, pinioane puțin solicitate, piese filetate, roți dințate frontale.

Tabela 17.18 (continuare)

Calitate	Caracteristici speciale	Întrebuinţări
OL 50	Necementabil, greu sudabil	Piese de maşini supuse la solicitări mari, de exemplu : axe, arbori cotiţi, biele, pîrghii de comandă, manivele, fusuri, precum şi pentru piese trebuind să aibă o duritate naturală (adică fără tratament termic), de exemplu: bolţuri, arbori, şuruburi speciale, roţi dinţate necălite puţin solicitate, inele filetate etc.
OL 60	Călibil, se poate îmbunătăţi	Pentru piese ca OL 50, însă supuse la solicitări mari, mai ales pentru piese cu dimensiuni mici şi greutate redusă, de exemplu : pinioane, şuruburi fără sfîrşit. Piese cu presiune pe suprafeţe: ştifturi, pene, axe pentru prese etc.
OL 70	Călibil, se poate îmbunătăţi	Pentru piese cu o anumită duritate naturală, de exemplu : piese de distribuţie necălite piese mult solicitate, însă fără solicitări alternante. Pentru scule cu duritate naturală, de exemplu : matriţe de forjă, dornuri de presat etc.

Observaţie. Toate oţelurile de mai sus se întrebuinţează la piese de maşini la care nu se cer condiţii deosebite.

— *Oţelurile carbon de calitate* şi *oţelurile carbon superioare* (STAS 880-66) sînt oţeluri nealiate, obţinute printr-o elaborare îngrijită şi cu un grad de puritate chimică ridicat. La aceste oţeluri se garantează atît compoziţia chimică, cît şi caracteristicile mecanice. Ele se folosesc în mod obişnuit tratate termic prin *cementare* sau *îmbunătăţire*, în construcţii mecanice supuse la solicitări mari.

Compoziţia chimică a oţelurilor carbon de calitate şi a oţelurilor carbon superioare este dată în tabela 17.19, în care oţelurile sînt grupate în :

1) oţeluri de largă utilizare;

2) oţeluri care se elaborează cu acordul producătorului (oţeluri de consum redus, oţeluri în curs de asimilare etc.).

Mai există şi o a treia categorie de oţeluri, care se elaborează numai cu acordul forului tutelar al producătorului.

Caracteristicile mecanice ale oţelurilor carbon de calitate şi a celor superioare sînt indicate în tabela 17.20 iar tratamentul termic şi termochimic în tabela 17.21.

Tabela 17.19. **Compoziţia chimică a oţelurilor carbon de calitate şi a oţelurilor carbon superioare (STAS 880—66)**

Oţeluri	Clasa	Marca	Compoziţia chimică în % C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	As
a) Oţeluri de largă utilizare											
Carbon de calitate	Cementare	OLC 10	0,07...0,14	0,35...0,65	0,17...0,37	max. 0,040	max. 0,040	max. 0,30	max. 0,30	max. 0,30	max. 0,30
		OLC 15	0,12...0,19								
	Îmbunătăţire	OLC 25	0,22...0,29	0,50...0,80							
		OLC 35	0,32...0,39								
		OLC 45	0,42...0,50								
		OLC 55	0,52...0,60								
		OLC 60	0,57...0,65								
Carbon superior	Îmbunătăţire	OLC 25 X	0,23...0,28	0,50...0,80	0,17...0,37	max. 0,035	max. 0,035	max. 0,30	max. 0,30	max. 0,30	max. 0,05
		OLC 35 X	0,33...0,38								
		OLC 45 X	0,43...0,48								
		OLC 55 X	0,52...0,57								
		OLC 60 X	0,58...0,63								
b) Oţeluri elaborate cu acordul producătorului											
Carbon	Cementare	OLC 20	0,17...0,24	0,35...0,65	0,17...0,37	max. 0,040	max. 0,035	max. 0,30	max. 0,30	max. 0,30	max. 0,30
Carbon de calitate	Îmbunătăţire	OLC 30	0,27...0,34	0,50...0,80							
		OLC 40	0,37...0,44								
		OLC 50	0,47...0,55								
Carbon superior	Îmbunătăţire	OLC 30 X	0,28...0,33	0,50...0,80	0,17...0,37	max. 0,035	max. 0,035	max. 0,30	max. 0,30	max. 0,30	max. 0,30
		OLC 40 X	0,38...0,43								
		OLC 50 X	0,48...0,53								

Tabela 17.20. **Caracteristicile mecanice ale oțelurilor carbon de calitate și ale oțelurilor carbon superioare (STAS 880—66)**

Oțelul	Marca	Starea*)	Caracteristici mecanice minime: Limita de curgere $\sigma_{0,2}$ (kgf/mm²)	Rezistența la tracțiune σ_r (kgf/mm²)	Alungirea la rupere δ_5 (%)	Gîtuirea la rupere Z (%)	$KCU_{30/2}$ (kgf/cm²)	$KCU_{30/5}$ (kgf/cm²)	Duritatea Brinell max. HB: Stare laminată	Stare recoaptă
a) Oțeluri de largă utilizare										
Carbon de calitate	OLC 10	N	21	35	31	55	—	—	137	—
		C	25	42	19	50	—	—	—	—
	OLC 15	N	23	39	27	50	—	—	143	—
		C	30	50	16	45	—	—	—	—
	OLC 25	N	28	46	24	45	—	—	170	—
		I	31	50	22	45	8	6	—	
	OLC 35	N	32	54	21	40	—	—	187	—
		I	36	58	19	40	7	5	—	
	OLC 45	N	36	62	18	35	—	—	229	197
		I	40	66	17	36	6	4,5	—	—
	OLC 55	N	40	68	14	35	—	—	255	217
		I	44	73	14	35	5	3,5	—	—
	OLC 60	N	41	71	14	30	—	—	255	229
		I	46	75	13	30	4	3	—	—
Carbon superior	OLC 25 X	I	33	51	22	50	10	7	170	—
	OLC 35 X	I	37	59	19	45	9	6,5	187	—
	OLC 45 X	I	42	67	18	40	8	6	229	197
	OLC 55 X	I	45	74	14	40	6	4,5	255	217
	OLC 60 X	I	48	76	13	35	5	3,5	255	229
b) Oțeluri elaborate cu acordul producătorului										
Carbon de calitate	OLC 20	N	25	42	25	50	—	—	156	—
		C	35	57	14	45	—	—	—	—
	OLC 30	N	30	50	22	45	—	—	179	—
		I	34	54	20	45	7	5	—	—
	OLC 40	N	34	58	19	40	—	—	217	187
		I	38	62	18	40	6	4,5	—	—
	OLC 50	N	38	65	15	35	—	—	241	207
		I	42	70	15	35	5	3,5	—	—
Carbon superior	OLC 30 X	I	35	55	20	50	9	6,5	179	—
	OLC 40 X	I	40	63	18	45	8	6	217	187
	OLC 50 X	I	44	71	16	40	7	5	241	207

*) N = normalizat; I = îmbunătățit; C = călit pentru miez și revenire joasă.

Tabela 17.21. **Tratamentul termic și termochimic al oțelurilor carbon de calitate și oțelurilor carbon superioare (STAS 880—66)**

Marca	Forjare °C	Recoacere de înmuiere °C	Recoacere de înmuiere Răcire*)	Normalizarea °C	Normalizarea Răcire*)	Cementarea °C	Cementarea Răcire*)	Revenirea °C	Revenirea Răcire*)	Revenirea °C	Revenirea Răcire*)
a) Oțeluri de largă utilizare											
OLC 10	1150...850	—	—	880...900	aer	880...930	p, aer, a	880...900 750...780	a	150...180	aer
OLC 15	1150...850	—	—	880...900	aer	880...930	p, aer, a	880...900 750...780	a	150...180	aer
OLC 25 OLC 25 X	1150...850	680...700	c	860...880	aer	—	—	860...880	a	550...650	aer
OLC 35 OLC 35 X	1100...850	680...700	c	840...860	aer	—	—	840...860	a	550...650	aer
OLC 45 OLC 45 X	1100...850	680...700	c	830...850	aer	—	—	830...850	a sau u	550...650	aer
OLC 55 OLC 55 X	1050...850	680...700	c	810...830	aer	—	—	810...830	a sau u	550...650	aer
OLC 60 OLC 60 X	1050...850	680...700	c	800...820	aer	—	—	800...820	u	550...650	aer
b) Oțeluri elaborate cu acordul producătorului											
OLC 20	1150...850	—	—	870...890	aer	880...930	p, aer, a	870...890 750...780	a a	150...880	aer
OLC 30 OLC 30 X	1150...850	680...700	c	850...870	aer	—	—	850...870	a	550...650	aer
OLC 40 OLC 40 X	1100...850	680...700	c	840...860	aer	—	—	840...860	a	550...650	aer
OLC 50 OLC 50 X	1050...850	680...700	c	820...840	aer	—	—	820...840	a sau u	550...650	aer

*) c = cuptor; a = apă; p = pachet; u = ulei.

În figura 17.10 sînt date informativ indicaţii de uzilizare, în funcţie de $\sigma_{0,2}$ pentru oţelurile carbon de largă utilizare.

Indicaţii de utilizare în funcţie de σ_{02} (informativ)

Limita de curgere σ_{02} kgf/mm² (min)
110
100
90
80
70
60
50
40
max.16: 41 VMoC 17X; 41 CN 12 X, 38 MoCA 09X; 40 C 10, 36 MoCN 10X; 40 BC 10, 41 MoC 11X; 35 MS 12, 33 MoC 11X
17…40: 30 MoCN 20X; 34 MoCN 15X; 41 VMoC 17X; 38 SC 15, 50 VC 11, 41 CN 12 X, 38 MoCA 09X; 40 C 10, 36 MoCN 10X; 40 BC 10, 41 MoC 11X; 35 MS 12, 33 MoC 11X; 35 M 16
41…100: 30 MoCN 20X; 34 MoCN 15X; 50 VC 11, 41 VMoC 17X; 38 SC 15, 41 CN 12X, 38 MoCA 09X; 40 C 10, 36 MoCN 10X; 40 BC 10, 41 MoC 11X; 35 MS 12, 33 MoC 11X; 35 M 16
101…250: 30 MoCN 20X; 41 VMoC 17X; 38 SC 15, 50 VC 11, 34 MoCN 15X; 41 CN 12X, 36 MoCN 10X, 38 MoCA 09X; 35 MS 12, 41 MoC 11X; 33 MoC 11X; 35 M 16
Dimensiunea produsului, mm.

Fig. 17.10. Indicaţii de utilizare a oţelurilor de largă utilizare, în funcţie de $\sigma_{0,2}$ (informativ).

Oţelurile carbon de calitate şi superioare pot fi nu numai îmbunătăţite, adică călite şi revenite la temperatura de îmbunătăţire, dar şi *tratate superficial*, prin încălzirea rapidă a zonei superficiale a oţelurilor

cu conţinut ridicat de carbon, cu ajutorul arzătoarelor cu gaze, în baie metalică sau cu curenţi de înaltă frecvenţă, urmată de călire cu duş de apă sau ulei. De aceea aceste oţeluri se folosesc deseori pentru roţi dinţate, suprafeţe de alunecare, fusuri, bolţuri etc.

Tot în grupa oţelurilor carbon obişnuite trebuie considerat şi *oţelul pentru automate* (STAS 1350-67). Acesta este un oţel carbon cu conţinut mărit de sulf şi de fosfor pentru a ajuta fărîmiţarea aşchiilor la prelucrarea din bară la maşinile automate rapide.

Diferitele calităţi ale oţelului pentru automate şi caracteristicile lor mecanice sînt arătate în tabela 17.22.

b. **Oţeluri aliate pentru construcţii de maşini.** Oţelurile aliate pentru construcţii sînt elaborate în cuptoarele electrice şi Martin şi conţin în afară de fier şi carbon unul sau mai multe elemente de aliere (de exemplu crom, nichel, mangan, siliciu, molibden, vanadiu, wolfram, cobalt etc.).

Influenţa elementelor de aliere asupra oţelului este arătată în tabela 17.23; semnul + este trecut în coloană la elementele care au proprietatea de a mări caracteristicile respective.

După structura obţinută prin normalizare (răcire în aer liber), oţelurile aliate se clasifică în oţeluri aliate perlitice (cu structură normală), oţeluri aliate martensitice, oţeluri aliate austenitice şi oţeluri aliate ledeburitice.

După tratamentul termic aplicat, se deosebesc: oţeluri pentru cementare, oţeluri pentru îmbunătăţire şi oţeluri pentru nitrurare.

După caracteristicile prescrise, oţelurile aliate se clasifică în oţel aliat obişnuit şi oţel aliat superior.

Notarea oţelului aliat pentru construcţii de maşini se face printr-un simbol format din cifre şi litere. Cifrele dinaintea simbolului literal indică conţinutul de carbon, în sutimi de procent. Cifrele de sfîrşitul simbolului indică conţinutul mediu al elementului principal de aliere (ultima literă din simbol), în zecimi de procent. Pentru oţelul superior se adaugă la sfîrşitul simbolului litera X.

Oţelurile aliate şi oţelurile aliate superioare pentru construcţii de maşini (STAS 791-66), după compoziţia chimică, se grupează în:

— oţeluri de largă utilizare;

— oţeluri care se elaborează cu acordul producătorului.

Caracteristicile mecanice şi tipurile de tratament termic şi termochimic al oţelurilor aliate şi superioare de largă utilizare sînt arătate în tabela 17.24.

Tabela 17.22. **Caracteristicile mecanice ale oțelului pentru automate (STAS 1350—67)**

Marca oțelului	Oțel laminat la cald de max. 100 mm diametru sau grosime, netratat termic					Oțel tras la rece netratat termic						
	$\sigma_{0,2}$ min.	σ_r	δ_5 min	Z min.	Duritatea max.	$\sigma_{0,2}$ min.	σ_r — Diametrul sau grosimea, mm: max. 10	10...20	20...30	peste 30	δ_5 min	Duritatea
	kgf/mm²	kgf/mm²	%	%	HB	kgf/mm²	kgf/mm²	kgf/mm²	kgf/mm²	kgf/mm²	%	HB
AUT 9	21	37...52	23	35	156	0,7 σ_r	55...82	53...80	50...77	47...75	7	167...229
AUT 12	22	42...57	22	36	160	0,7 σ_r	57...84	55...82	53...77	52...75	7	167...235
AUT 12 M	22	42...57	22	36	160	0,7 σ_r	57...84	55...82	53...77	52...75	7	167...235
AUT 20	25	46...61	20	30	168	0,7 σ_r	59...86	57...84	55...80	53...77	7	167...241
AUT 20 M	25	46...61	20	30	168	0,7 σ_r	59...86	57...84	55...80	53...77	7	167...241
AUT 30	—	52...67	15	25	185	—	64...84	64...84	60...80	55...77	6	179...235
							În stare îmbunătățită					
AUT 40 M	—	60...75	14	20	207	—	60...80	60...80	60...80	60...80	17	174...229

Observații. 1. Prin înțelegere între părți, la valorile rezistenței prescrise în tabel se admit următoarele abateri: pentru oțel laminat la cald, depășirea limitei superioare cu 3 kgf/mm² și creșterea corespunzătoare a valorilor durității, cu condiția respectării celorlalte valori ale caracteristicilor mecanice: pentru oțelul tras la rece, ± 3kgf/mm². 2. Valorile caracteristicilor mecanice ale oțelului AUT 30 tras la rece tratat termic se stabilesc prin înțelegere între părți.

Tabela 17.23. **Influența elementelor de aliere asupra oțelurilor aliate**

Caracteristica influențată	Elemente de aliere: C	Mn	Si	Cr	Ni	W	Mo	V	Co	Al	Cu	Ti	Zr
Duritatea	+	+		+	+	+	+						
Tenacitatea					+			+					
Dezoxidarea și degazarea		+	+					+		+		+	
Eliminarea sulfului		+											+
Concentrația		+	+							+		+	
Micșorarea greutăților					+	+	+	+	+				
Ridicarea punctelor critice la încălzire			+	+		+	+	+					
Coborîrea punctelor critice la încălzire		+			+								
Creșterea magnetismului remanent				+		+	+	+					
Rezistența la uzură		+		+	+								
Micșorarea conductivității termice		+		+		+							
Rezistența la coroziune				+	+								
Formarea carburilor		+		+		+	+	+					

Observație. Semnul + indică proprietatea elementelor de a mări caracteristicile respective.

Tabela 17.24. **Oțeluri aliate și oțeluri aliate superioare pentru construcția de mașini (STAS 791—66)**

a. Caracteristici mecanice

Marca oțelului	Duritate Brinell maximum (stare recoaptă)	Tratamentul termic**)	Dimensiunea probelor ⌀	Caracteristici mecanice minime: Limita de curgere $\sigma_{0,2}$	Rezistența la tracțiune σ_r	Alungirea la rupere δ_5	Gîtuirea la rupere Z	Reziliența $KCU_{30/2}$	$KCU_{30/3}$
	BH		mm	kgf/mm²	kgf/mm²	%	%	kgf.m/cm²	kgf.m/cm²
15C 08	179	Cr	15	50	70	12	45	7	5
40 C 10	217	CR	25	80	100	10	45	6	4
40 BC 10	217	CR	25	75	95	12	50	9	6
35 M 16	207	N sau	25	37	63	13	40	—	—
		CR	25	50	70	14	50	8	6
65 M 10	229	N	25	40	75	8	35	—	—
18 MC 10	187	Cr	15	75	90	10	45	7	5
38 SC 15	255	CR	25	85	100	12	50	8	6
21 TMC 12	217	CCr	epruvete	85	100	9	50	8	6
28 TMC 12	229	CCr	epruvete	120	140	9	45	6	4
35 MS 12	229	CR	25	70	90	15	45	7	5
50 VC 11	235	CR	25	80	95	10	40	7	5
41 VMoC 17*	229	CR	25	90	110	10	45	7	5

Tabela 17.24 (continuare)

Marca oțelului	Duritate Brinell maximum (stare recoaptă) HB	Tratamentul termic**)	Dimensiunea probelor Ø mm	Caracteristici mecanice minime: Limita de curgere σ_{02} kgf/mm²	Rezistența la tracțiune σ_r kgf/mm²	Alungirea la rupere δ_5 %	Gîtuirea la rupere Z %	Reziliența $KCU_{30/2}$ kgf.m/cm²	Reziliența $KCU_{30/5}$ kgf.m/cm²
33 MoC 11*	217	CR	25	70	90	12	50	8	6
41 MoC 11*	217	CR	25	75	95	11	50	8	6
13 CN 30*	217	CCr	15	75	95	11	55	9	6
15 CN 15*	217	Cr	15	85	100	12	45	8	6
41 CN 12*	217	CR	25	85	100	11	45	7	5
18 MoCN 06*	217	Cr	15	65	85	12	50	9	6
18 MoCN 13*	217	Cr	15	75	95	10	45	9	6
36 MoCN 10*	217	CR	25	80	100	11	50	9	6
34 MoCN 15*	229	CR	25	90	110	11	50	8	6
30 MoCN 20*	235	CR	25	100	120	10	45	7	5
15 MoMC 12*	207	CCr	15	65	85	10	45	7	5
21 MoMC 12*	217	CCr	15	85	110	8	40	7	5
20 MoN 35*	207	CCr	15	85	110	9	50	9	6
38 MoCA 0,9*	229	CR	30	85	100	15	50	9	6
27 Ms 12	217	CR	25	85	100	12	40	5	4
25 MoC 11*	217	CR	25	42	65	17	50	9	6
30 MoC 10*	229	CR	25	75	95	11	45	8	6
36 MoC 10*	241	CR	25	80	100	12	45	8	6
13 CN 17*	207	CCr	15	60	80	12	50	9	6
13 CN 35*	269	CCr	15	95	115	10	50	9	6
19 CN 35*	269	CCr	15	110	130	9	45	8	6
35 CN 15*	206	CR	25	52	75	16	45	9	6
45 CN 12*	207	CR	25	85	105	10	45	7	5
31 CMS 10*	229	CR	25	85	110	10	45	5	4
35 CMS 13*	241	C. izot. r. sau CNCr***)	epruvete	130	165	9	40	4	3
30 SMCN 16*	255	Cr	epruvete	140	165	9	45	6	4
				95	110	12	50	8	6
40 MoCN 15*	269	CR	25	85	100	12	55	10	7
16 MCN 15*	229	CCr	30	60	90	10	40	6	4
16 CNW 10*	269	CCr	15	85	115	12	50	10	7
		CCR		80	105	12	50	12	8
25 CNW 10*	269	CR	25	95	110	11	45	9	6
39 CA 06	229	CR	30	75	90	10	45	8	6

*) Mărcile de oțel marcate cu asterisc se pot elabora fie ca „oțeluri aliate„ fie ca „oțeluri aliate superioare".

Cînd se elaborează ca oțeluri aliate superioare, se adaugă la sfîrșitul simbolizării litera X.

**) N = normalizare; C = călire simplă; CC = călire dublă; C. izot. = călire izotermă; r = revenire joasă; R = revenire înaltă (conform tabelului 7).

***) În cazul oțelului aliat 35 CMS 13 se poate aplica și CNCr.

Tabela 17.24 (continuare) b. Tipuri de tratament termic și termochimic

Marca oțelului	Recoacere de înmuiere °C	Răcire	Normalizare °C	Răcire	Cementare (1) °C	Răcire	Călirea I (2) °C	Răcire	Recoacere intermediară (3) °C	Răcire	Călirea II (4) °C	Răcire	Revenire (5) °C	Răcire
15 C08	650...700	c	870...900	aer	870...900	a,p	860...880	a,u	630...650	c	770...820	a,u	170...200	aer
40 C10	680...720	c	840...870	aer	— —	—	830...860	a,u	—	—	—	—	450...600	a, u
40 BC 10	680...720	c	840...870	aer	— —	—	830...860	u,a**	—	—	—	—	500...650	a, u
35 M 16	680...720	c	850...880	aer	— —	—	830...860	u	—	—	—	—	480...580	a
65 M 10	600...650	c	810...840	aer	— —	—	— —	—	—	—	—	—	—	—
18 MC 10	650...680	c	860...890	aer	870...900	u,p	860...890	u	650...600	c	810...830	u	170...200	aer
38 SC 15	680...720	c	890...920	aer	— —	—	870...900	u	—	—	—	—	580...680	u
21 TMC 12	650...700	c	900...920	aer	890...910	u,p	860...890	u	—	—	—	—	170...200	u
							sau 900...920	aer	—	—	860...890	—	170...200	aer
										—	860...890	u	170...200	aer
28 TMC 12	650...700	c	900...920	aer	890...910	u,p	860...890	u	—					
35 MS 12	680...720	c	870...900	aer	— —	—	870...900	a, u	—	—	—	—	540...640	a
50 VC 11	680...720	c	860...890	aer	— —	—	840...870	u	—	—	—	—	550...650	a
41 VMoC17*	720...750	c	840...870	aer	— —	—	820...850	u	—	—	—	—	550...650	a, u, aer
33 Mo C 11	700...730	c	850...880	aer	— —	—	820...850	a, u	—	—	—	—	500...650	a, u, aer
41 MoC 11*	700...730	c	850...808	aer	— —	—	820...850	u	—	—	—	—	550...600	a, u, aer
13 CN 30*	650...700	c	850...880	aer	870...890	u,p	840...870	a, u	640...670	c	760...810	a,u	170...200	aer
15 CN 15*	650...700	c	850...880	aer	870...890	u,p	840...870	a, u	640...670	c	760...800	u	170...200	aer
41 CN 12*	680...720	c	840...870	aer	— —	—	800...830	a, u	—	—	—	—	500...600	a, u
18 MoCN 06	650...700	c	860...990	aer	880...900	u,p	830...860	u	650...680	c	800...820	u	170...200	aer
18 MoCN13*	650...700	c	860...890	aer	880...900	u,p	820...850	u	650...680	c	800...820	u	170...200	aer
36 MoCN10*	650...700	c	840...870	aer	—	—	830...860	u, a	—	—	—	—	530...630	a, aer
34 MoCN15*	650...700	c	840...870	aer	—	—	830...860	u	—	—	—	—	530...650	aer
30 MoCN20*	650...700	c	840...870	aer	—	—	830...860	u	—	—	—	—	530...650	aer
15 MoMC12*	650...700	c	830...860	aer	870...800	u,p	820...850	u	650...680	c	810...830	u	170...200	aer
21 MoMC12*	650...700	c	830...860	aer	870...890	u,p	820...850	u	650...680	c	810...830	u	170...200	aer

Observații: c=cuptor; p=pachet; a=apă: u=ulei; ac=apă caldă.

* Mărcile de oțel marcate cu asterisc se pot elabora fie ca „oțeluri aliate", fie ca „oțeluri aliate superioare".

În fig. 17.11 se dau informativ indicaţii de utilizare, în funcţie de $\sigma_{0,2}$ pentru oţelurile aliate de largă utilizare.

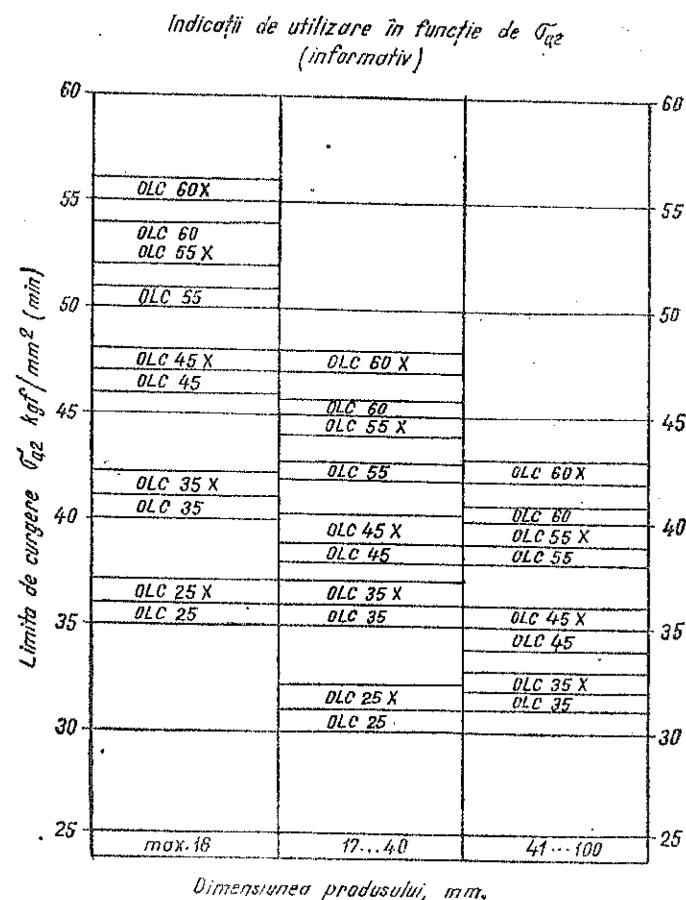


Fig. 17.11. Indicaţii de utilizare a oţelurilor aliate de largă utilizare, în funcţie de $\sigma_{0,2}$ (informativ).

c. **Oţeluri aliate pentru scopuri speciale.** Aceste oţeluri au, în general, proprietăţi fizice şi chimice deosebite. Ele au de obicei un conţinut mare de elemente de aliere şi un conţinut de carbon sub 0,3%. Din această grupă fac parte oţelurile inoxidabile şi anticorozive, oţelurile cu proprietăţi magnetice speciale, oţelurile pentru arcuri etc.

— *Oţelul rezistent la coroziune şi refractar* (STAS 3583-64) se prelucrează la cald în profile cu secţiunea rotundă, dreptunghiulară sau pătrată, cu diametrul, respectiv grosimea, pînă la 200 mm.

Notarea diferitelor mărci ale acestui oţel se face printr-un simbol format din cifre şi litere. Cifrele înaintea simbolului literal indică conţinutul de carbon în sutimi de procente. Cifrele de la sfîrşitul literelor simbolului indică conţinutul mediu al elementului principal, în zecimi de procente. Semnificaţia literelor este următoarea C = crom; N = nichel; M = mangan; S = sulf; Si = siliciu; Mo = molibden; T = titan; Nb = niobiu; Az = azot.

Caracteristicile tehnice ale acestor oţeluri sînt indicate în tabela 17.25 pentru caracteristicile mecanice şi tratamentele termice. În tabela 17.26 se dau indicaţii de întrebuinţare ale diferitelor mărci ale acestui oţel.

— *Oţelul pentru arcuri, laminat la cald* (STAS 795-71), se foloseşte pentru fabricarea diferitelor tipuri de arcuri (lamelare, spirale, de torsiune etc.) utilizate în diversele ramuri ale construcţiilor mecanice. El se elaborează în mai multe calităţi: ARC 1 — ARC 13.

Caracteristicile mecanice ale acestor oţeluri sînt prezentate în tabela 17.27, iar tratamentele termice în tabela 17.28.

Tot din această grupă de oţeluri aliate pentru scopuri speciale mai sînt standardizate următoarele oţeluri:

— Oţel pentru rulmenţi (STAS 1456/1-75).

— Oţel rezistent la uzură. Oţel austenitic manganos turnat în piese. Mărci şi condiţii generale (STAS 3718-76).

— Oţel carbon laminat în table groase pentru cazane de abur şi recipiente sub presiune (STAS 3883-70).

— Oţel aliat refractar şi rezistent la agenţi chimici, turnat în piese (STAS 6855-69).

d. **Oţeluri calibrate.** *Oţelul calibrat* (STAS 2880-75) se execută din:

— oţel de uz general pentru construcţii (STAS 500/1-68) şi (500/2-68);

— oţel carbon de calitate şi oţel carbon superior pentru construcţii de maşini (STAS 880-66 şi STAS 7450-66);

— oţel aliat şi aliat superior pentru construcţii de maşini (STAS 791-66 şi STAS 7450-66);

— oţel pentru arcuri (STAS 795-71).

După felul prelucrării suprafeţei, oţelul calibrat se clasifică în: oţel tras (T), oţel tras recopt (TR), oţel cojit şlefuit (CS), oţel tras recopt şlefuit (TRS), oţel cojit tras (CT), oţel tras şlefuit (TS).

Compoziţia chimică a oţelurilor calibrate trebuie să corespundă mărcii de oţel din standardul respectiv.

Tabela 17.25. **Caracteristici mecanice şi tratament termic al oţelului rezistent la coroziune şi refractar (STAS 3583—64)**

Nr. crt.	Marca oţelurilor	Regimurile de tratament termic recomandate pentru epruvete sau semifabricate	Caracteristici mecanice				
			Rezistenţa de rupere kgf/mm² min.	Limita de curgere kgf/mm² min.	Alungirea relativă % min.	Gîtuirea la rupere % min.	Rezilienţa longitudinală kgf.m/cm² min.
1	40 MoSC 100	Călire 1010... 1050°C, răcire în aer sau în ulei, revenire 720...780°C, răcire în ulei	95	75	10	35	2
2	12 C 130	Călire 1000...1050°C, răcire în aer sau în ulei, revenire 700—790°C, răcire în aer, în ulei sau în apă	60	42	2	60	9
3	20 C 130	Călire 1000...1050°C, răcire în aer sau în ulei, revenire 660—770°C, răcire în aer, în ulei sau în apă	66	45	16	55	8
4	30 C 130	Călire 950...1020°C, răcire în ulei, revenire 200...300°C, răcire în aer sau în ulei	Duritatea min. 50 *HRC*				
5	40 C 130	Călire 1000...1050°C, răcire în ulei, revenire 200...300°C, răcire în aer sau în ulei	Duritatea min. 48 *HRC*				
6	10 C 170	Recoacere 700...780°C, răcire în aer sau în apă	40	25	2	50	
7	7 TC 170	Recoacere 760...780°C, răcire în aer	Conform înţelegerii				
8	90 C 180	Călire 1000...1050°C, răcire în ulei, revenire 200...300°C, răcire în aer sau în ulei	Duritatea min. 55 *HRC*				
9	12 TC 250	Recoacere 730...770°C, răcire în aer sau în apă sau fără tratament termic	45	30	20	45	—
10	10 NC 180	Călire, 1050...1100°C, răcire în aer, în ulei sau în apă	50	20	45	55	—
11	10 TNC 180	Călire 1050...1100°C, răcire în aer, în ulei sau în apă	55	20	40	55	—
12	40 SC 90	Recoacere 850...870°C, răcire în aer sau fără tratament termic	75	50	15	35	—
13	7 C 120	Călire 1000...1050°C, răcire în ulei, revenire 700...800°C, răcire în ulei	60	42	20	60	10
14	14 NC 170	Călire 975...1040°C, răcire în ulei, revenire 275...350°C, răcire în aer	110	85	10	30	5
15	22 MNC 130	Călire 1070...1130°C, răcire în aer	65	25	35	55	—
16	10 AzMNC 170	Călire 1060...1100°C, răcire în aer, în ulei sau în apă	70	35	40	55	—
17	7 NC 180	Călire 950...1050°C, răcire în aer,	48	20	40	55	—
18	7 TNC 180	Călire 1050...1100°C, răcire în aer, în ulei sau apă	50	20	40	55	—
19	7 NbNC 180	Călire 1050...1100°C, răcire în aer, în ulei sau în apă	50	18	40	55	—
20	8 TMoNC 170	Călire 1050...1100°C, răcire în apă, aer, în ulei sau în apă	52	22	40	55	—
21	15 SNC 200	Călire 1000...1150°C, răcire în aer sau în apă	60	30	35	30	—
22	15 SNC 250	Călire 1100...1150°C, răcire în aer, în ulei sau în apă	60	30	35	50	—
23	15 NC 230	Călire 1100...1150°C, răcire în aer, în ulei sau în apă	50	20	35	50	—

Tabela 17.26. **Indicații de utilizare a oțelului rezistent la coroziune și refractar (STAS 3583—64)**

Marca	Întrebuințarea	Caracteristici	Observații
40 MoSC 100	Ventile de motoare, piese de fixare	Rezistență în medii care conțin sulf. Temperatura începutului oxidării intense 850°C. Temperatura de lucru sub sarcină 600...650°C, cu funcționare de lungă durată.	—
12 C 130	Piese cu plasticitate mărită care se supun solicitărilor de șoc (ventile pentru piese hidraulice, palte pentru turbine cu abur și turbine hidraulice articole pentru uz casnic, tije de piston), produse care se supun presiunii mediilor slab agresive la o temperatură de max. 300°C (depuneri atmosferice, soluții apoase de săruri ale acizilor organici, acid azotic) tuburi, piese pentru cazane	Rezistent în medii care conțin sulf. Temperatura la care începe oxidarea intensă 750°C. Temperatura de lucru sub sarcină 500°C cu funcționare de foarte lungă durată.	Rezistența maximă contra coroziunii se obține prin tratament termic (călire și revenire) și prin lustruire
20 C 130		Temperatura începutului oxidării intense 750°C. Temperatura de lucru sub sarcină 500°C cu funcționare de foarte lungă durată	
30 C 130	Scule de tăiere, scule de măsurat, instrumente chirurgicale, arcuri, ace de carburator, utilaj petrolier, articole de uz casnic	—	Se întrebuințează călit și revenit la temperaturi joase. Prin șlefuirea și lustruirea suprafeței se obține o duritate mărită
40 C 130	Oțeluri suficient de rezistente în condițiile de acțiune a apei, aburului și atmosferei de soluții apoase ale sărurilor acizilor de concentrație slabă, la temperatura de maximum 300°C		
90 C 180	Rulmenți cu bile de mare duritate pentru utilaj petrolier, cuțite de calitate superioară, bucele, piese de mașini supuse la uzură mare sub acțiunea mediilor corosive (scaune de supape, cochile și ajutaje pentru turnare sub presiune etc.).	—	Se întrebuințează după călire și revenire
10 C 170	Utilaj chimic (tuburi de absorbție, schimbătoare de căldură pentru gaze nitroase și acid azotic cald, rezervoare pentru acizi), piese de mașini care suferă deformare la rece, piese de închidere, bandaje	Rezistență în medii care conțin sulf. Temperatura începutului oxidării intense 900°C	Se întrebuințează în stare recoaptă
7 TC 170	Se recomandă ca înlocuitor al oțelului 10 TNC 180 în construcții sudate care nu se supun șocurilor și la temperaturi nu mai scăzute de −20°C. Aparataj pentru industria chimică, rezistent la acizi, cu excepția acizilor acetic, lactic, formic, oxalic	Rezistență în medii care conțin sulf. Temperatura începutului oxidării intense 900°C	Rezistență la coroziune intercristalină
12 TC 250	Piese care funcționează în medii mai agresive decît oțelul 7 TC 170. Tuburi pentru aparataj de schimb de căldură care funcționează în medii agresive (cămăși pentru termocupluri), elctrozi pentru bujii, tuburi pentru instalații de piroliză, pentru funcționarea în medii de acid azotic și acizi organici (cu excepția acizilor acetic, formic, lactic, oxalic)	Rezistență în medii care conțin sulf. Temperatura începutului oxidării intense 1050°C	Se întrebuințează la îmbinări sudate supuse la coroziune intercristalină. Între 600...800°C are tendința de a deveni sfărîmicios (din cauza formării fazei σ)
10 NC 180	Se întrebuințează de preferință sub formă de table laminate la rece pentru diferite piese și construcții sudate prin puncte, eșapamente, armături de cuptoare, retorte, electrozi pentru bujii	Nestabil în medii care conțin sulf. Temperatura începutului oxidării intense: 800°C	Îmbinările sudate realizate prin alte metode decît sudare prin puncte sînt sensibile la coroziune intercristalină
10 TNC 180	Se întrebuințează la fabricarea aparatajului sudat. Se recomandă să fie folosit sub formă de profile și tablă laminată la cald	Nestabil în medii care conțin sulf. Temperatura începutului oxidării intense: 800°C	Rezistent la coroziune intercristalină

Tabela 17.27. **Caracteristicile mecanice ale oțelului pentru arcuri (STAS 795—77)**

Marca	Starea epruvetelor					
	Călite și revenite				Laminat	Laminat recopt
	Limita de curgere kgf/mm²	Rezistența la tracțiune kgf/mm²	Alungire la rupere %	Gîtuirea la rupere %	Duritatea Brinell HB	
	minimum				maximum	
ARC 1	110	130	10	45	363	255
ARC 2	120	130	8	35	363	255
ARC 2 A	120	135	6	30	363	255
ARC 3	140	160	6	25	363	255
ARC 4	120	130	6	30	321	241
ARC 5	110	120	6	30	321	241
ARC 5 A	100	120	6	30	285	245
ARC 6	80	100	10	35	285	229
ARC 6 A	90	110	6	20	285	229
ARC 7	110	115	8	30	363	229
ARC 8	120	140	6	25	363	229
ARC 9	125	145	6	25	363	229
ARC 10	90	110	9	30	321	241

Observații. **1.** Valorile pentru gîtuire sînt informative, iar la înțelegere între producător și beneficiar, pot deveni obligatorii. **2.** Oțelul pentru arcuri are următoarele valori medii informative pentru : modulul de elasticitate longitudinală E, circa 21 000 kgf/mm² ; modulul de elasticitate transversal G, circa 8000 kgf/mm². **3.** Valorile pentru gîtuire se referă numai la epruvete cu secțiunea rotundă.

Tabela 17.28. **Tratamentele termice pentru oțelurile pentru arcuri (STAS 795—71)**

Marca	Călire		Revenire °C
	Încălzire °C	Mediu de răcire	
ARC 1	840...860	ulei	490...550
ARC 2	830...850	ulei	460...520
ARC 2A	830...850	ulei	450...520
ARC 3	850...870	ulei	430...490
ARC 4	860...880	ulei sau apă	430...490
ARC 5 și 5A	860...880	ulei sau apă	430...490
ARC 6	830...850	ulei	450...510
ARC 6 A	830...850	ulei	400...460
ARC 7	810...830	ulei	450...510
ARC 8	810...830	ulei	400...460
ARC 9	820...850	ulei	450...500
ARC 10	810...830	ulei	450...510

Observație. Ca temperaturi de normalizare se pot folosi temperaturile corespunzătoare limitei superioare pentru călire.

Formele și dimensiunile sînt conform standardelor dimensionale STAS 1800-69 (oțel rotund calibrat), STAS 6554-70 (oțel pătrat tras la rece), STAS 2305-73 (oțel hexagonal calibrat), STAS 6972-70 (oțel calibrat), STAS 6500-66 (oțel tras la rece pentru pene paralele).

Caracteristicile mecanice ale oțelurilor calibrate fabricate din oțelurile indicate mai sus sînt indicate în tabela 17.29 pentru oțelul STAS 500/2-68, în tabela 17.30 pentru oțelul

Tabela 17.29. **Caracteristicile mecanice ale oțelurilor calibrate din oțel de uz general pentru construcții STAS 500/2—68 (STAS 2880—75)**

Marca oțelului STAS 500/2—68	Oțel tras (T), cojit tras (CT) și tras șlefuit (TS)			Oțel tras recopt (TR), tras recopt șlefuit (TRS) și cojit șlefuit (CS)	
	Dimensiunea sau grosimea mm	Rezistența de rupere la tracțiune N/mm² (kgf/mm²) min.	Alungirea relativă la rupere A_5 %, min.	Rezistența de rupere la tracțiune RN mm² (kgf/mm²) min.	Alungirea relativă la rupere, A_5 % min.
OL 34	⩽6	490(50)	7	310...440 (32...45)	31
	> 6...10	460(47)	8		
	>10...25	410(42)	10		
	>25...40	390(40)	11		
	>40...80	360(37)	12		
OL 37	⩽6	510(52)	7	340...460 (35...47)	25
	> 6...10	490(50)	8		
	>10...25	440(45)	9		
	>25...40	410(42)	11		
	>40...80	390(40)	12		
OL 42	⩽6	560(57)	6	360...490 (37...50)	23
	> 6...10	520(53)	7		
	>10...25	490(50)	7		
	>25...40	470(48)	9		
	>40...80	440(45)	11		
OL 50	⩽6	640(65)	6	440...590 (45...60)	20
	> 6...10	590(60)	6		
	>10...25	590(60)	7		
	>25...40	540(55)	8		
	>40...80	520(53)	9		
OL 60	⩽6	740(75)	5	540...690 (55...70)	15
	> 6...10	690(70)	6		
	>10...25	690(70)	6		
	>25...40	640(65)	7		
	>40...80	620(63)	8		
OL 70	⩽6	830(85)	5	620...830 (63...85)	12
	> 6...10	780(80)	5		
	>10...25	760(78)	6		
	>25...40	740(75)	6		
	>40...80	720(73)	7		

Exemplu de notare: **Oțel rotund calibrat Φ 20 TR STAS 1800—69/OL 37 STAS 2880—75**

Tabela 17.30. **Caracteristicile mecanice ale oțelurilor calibrate din oțel carbon de calitate și oțel superior pentru construcții de mașini STAS 880—66 (STAS 2880—75)**

Marca oțelului STAS 880—66	Oțel tras (T), cojit tras (CT) și tras șlefuit (TS)			Oțel tras recopt (TR), tras recopt șlefuit (TRS) și cojit șlefuit (CS)	
	Dimensiunea sau grosimea mm	Rezistența de rupere la tracțiune, N/mm² (kgf/mm²) min.	Alungire relativă la rupere, A_5, % min.	Rezistența de rupere la tracțiune R N/mm² (kgf/mm²) min.	Alungirea relativă la rupere, A_5, % min.
OLC 10	⩽6	510(52)	7	310...410 (32...42)	30
	> 6...10	460(47)	8		
	>10...25	410(42)	9		
	>25...40	390(40)	11		
	>40...80	360(37)	12		

Tabela 17.30 (continuare)

Marca oțelului STAS 880–66	Oțel tras (T) și tras șlefuit (TS)			Oțel tras recopt (TR), tras recopt șlefuit (TRS) și cojit șlefuit (CS)	
	Dimensiunea sau grosimea mm	Rezistența de rupere la tracțiune, N/mm (kgf/mm) min.	Alungire relativă la rupere, A_5 % min.	Rezistența de rupere la tracțiune R N/mm² (kgf/mm²) min.	Alungirea relativă la rupere, A_5 % min.
OLC 15	⩽ 6	540(55)	7	350...440 (36...45)	25
	> 6...10	490(50)	8		
	>10...25	490(50)	9		
	>25...40	440(45)	10		
	>40...80	390(40)	11		
OLC 20	⩽ 6	560(57)	7	360...460 (37...47)	24
	> 6...10	520(53)	7		
	>10...25	490(50)	8		
	>25...40	470(48)	9		
	>40...80	440(45)	10		
OLC 25	⩽ 6	590(60)	6	370...490 (38...50)	23
	> 6...10	540(55)	7		
	>10...25	520(53)	7		
	>25...40	490(50)	8		
	>40...80	460(47)	9		
OLC 30	⩽ 6	640(65)	6	390...510 (40...52)	23
	> 6...10	590(60)	7		
	>10...25	570(58)	7		
	>25...40	520(53)	8		
	>40...80	490(50)	9		
OLC 35	⩽ 6	690(70)	5	440...590 (45...60)	22
	> 6...10	640(65)	6		
	>10...25	590(60)	7		
	>25...40	540(55)	8		
	>40...80	490(50)	9		
OLC 40	⩽ 6	740(75)	5	470...640 (48...65)	17
	> 6...10	690(70)	6		
	>10...25	620(63)	7		
	>25...40	590(60)	7		
	>40...80	540(55)	8		
OLC 45	⩽ 6	780(80)	5	490...690 (50...70)	16
	> 6...10	740(75)	6		
	>10...25	690(70)	7		
	>25...40	640(65)	7		
	>40...80	590(60)	8		
OLC 50	⩽ 6	800(82)	5	590...760 (60...77)	14
	> 6...10	750(76)	5		
	>10...25	720(73)	6		
	>25...40	670(68)	7		
	>40...80	620(63)	8		
OLC 55	⩽ 6	830(85)	5	610...780 (62...80)	13
	> 6...10	780(80)	5		
	>10...25	740(75)	6		
	>25...40	710(72)	7		
	>40...80	650(66)	7		

Tabela 17.30 (continuare)

Marca oțelului STAS 880-66	Oțel tras (T), cojit tras (CT) și tras șlefuit (TS)			Oțel tras recopt (TR), tras recopt șlefuit (TRS) și cojit șlefuit (CS)	
	Dimensiunea sau grosimea mm	Rezistența de rupere la tracțiune, N/mm² (kgf/mm²) min.	Alungire relativă la rupere, A_5, % miu.	Rezistența de rupere la tracțiune R N/mm² (kgf/mm²) min.	Alungirea relativă la rupere, A_5 % min.
OLC 60	⩽ 6	880(90)	5	630...830 (64...85)	12
	> 6...10	830(85)	5		
	>10...25	780(80)	6		
	>25...40	740(75)	7		
	>40...80	600(70)	7		

STAS 880-66, în tabela 17.31 pentru oțelul STAS 791–66 și în tabela 17.32 pentru oțelul de arcuri (STAS 795–71).

Oțelul rotund se livrează în stările T, TR, TRS, CT, TS și CS, iar oțelurile pătrat, hexagonal, lat, pentru pene paralele în stările T și TR.

3.3. OȚELURI ȘI CARBURI METALICE PENTRU SCULE

3.3.1. Generalități. Calitatea sculelor pentru prelucrarea pieselor prin așchiere depinde nu numai de precizia construcției lor, ci și de calitatea materialului din care sînt executate.

Un material bun pentru scule trebuie să îndeplinească următoarele condiții speciale:

1) După tratamentul termic să aibă o duritate cît mai mare (între 600 și 650 *HB*), fără să fie prea fragil, pentru a nu se fărîmița tăișul cuțitului.

Tabela 17.31. **Caracteristicile mecanice ale oțelurilor calibrate din oțel aliat și aliat superior pentru construcții de mașini STAS 791–66 (STAS 2880–75)**

Marca oțelului STAS 795–71	Oțel tras (T) și tras șlefuit (TS)	Oțel tras recopt (RT), tras recopt șlefuit (TRS) și cojit șlefuit (CS)	Oțel cojit tras (CT)
	Duritatea Brinell HB, max.		
15 C 08	230	183	210
40 C 10	265	217	235
40 BC 10	265	217	235
35 M 16	265	217	235
65 M 10	275	229	245
18 MC 10	260	207	235
38 SC 15	300	255	275
21 TMC 12	265	217	235
28 TMC 12	275	229	245
35 MS 12	275	229	245
50 VC 11	280	235	260
41 VMoC 17 X	275	229	245
33 MoC 11 X	265	217	235
41 MoC 11 X	265	217	235
13 CN 30 X	265	217	235
15 CN 15 X	265	217	235
41 CN 12 X	265	217	235
18 MoCN 06 X	265	217	235
18 MoCN 13 X	265	217	235
36 MoCN 10 X	275	229	245
34 MoCN 15 X	275	229	245
30 MoCN 20 X	280	235	250
15 MoMC 12 X	260	207	230
21 MoMC 12 X	265	217	235
20 MoN 35 X	260	207	230
38 MoCA 09 X	275	229	245
20 C 08	230	179	210
35 C 10	255	197	230
45 C 10	275	229	245
31 M 14	265	217	235

Tabela 17.31 (continuare)

Marca oțelului STAS 791-66	Oțel tras (T) și tras șlefuit (TS)	Oțel tras recopt (TR), tras recopt șlefuit (TRS) și cojit șlefuit (CS)	Oțel cojit tras (CT)
	Duritatea Brinell HB, max.		
45 M 16	275	229	245
27 MS 12	265	217	235
25 MoC 11 X	265	217	235
30 MoC 10 X	275	229	245
36 MoC 10 X	295	241	260
13 CN 17 X	260	207	230
13 CN 35 X	320	269	290
19 CN 35 X	325	269	290
35 CN 15 X	265	206	235
45 CN 12 X	260	207	230
31 CMS 10 X	275	229	245
35 CMS 13 X	295	241	260
30 SMCN 16 X	315	255	275
40 MoCN 15 X	320	269	290
16 MCN 15 X	275	229	245
16 CNW 10 X	320	269	290
25 CNW 10 X	320	269	290
39 CA 06	275	229	245

Tabela 17.32. **Caracteristicile mecanice ale oțelurilor calibrate pentru arcuri STAS 795—71**

Marca oțelului STAS 795-71	Oțel tras (T) și tras șlefuit (TS)	Oțel tras recopt (TR) tras recopt șlefuit (TRS) și cojit șlefuit (CS)	Oțel cojit tras (CT)
	Duritatea Binell HB, max.		
ARC 1	290	235	260
ARC 2	290	229	260
ARC 2A	290	229	260
ARC 3	290	229	260
ARC 4	290	217	260
ARC 5	280	217	255
ARC 5 A	280	217	255
ARC 6	280	197	255
ARC 6 A	280	187	255
ARC 7	280	197	255
ARC 8	300	229	270
ARC 9	300	229	270
ARC 10	300	217	270

Observație. În cazul în care la grupa de oțeluri Cojit tras (CT) adaosul de tragere este același ca la grupa de oțeluri trase (T), duritatea va fi cea indicată în tabelele 17-31 și 17.32, coloana 2.

2) Duritatea mare a sculei trebuie să se mențină și la temperaturi ridicate în timpul prelucrării pieselor.

3) Materialul trebuie să mai asigure și o rezistență la uzură suficient de mare a sculei.

Materialele utilizate la fabricarea sculelor sînt: oțelul carbon pentru scule, oțelul aliat pentru scule, oțelul special de scule și carburile metalice.

3.3.2. **Oțel carbon pentru scule** (STAS 1700-71). Prin oțel carbon de scule se înțelege un oțel de calitate, cu conținut ridicat de carbon, elaborat de obicei în cuptoare electrice, și care se întrebuințează pentru fabricarea sculelor.

Oțelul carbon de scule se notează cu simbolul OSC, în care litera S înseamnă scule și litera C înseamnă carbon, urmat de un număr care indică conținutul mediu de carbon în zecimi de procente. La oțelul cu conținut ridicat de mangan, se adaugă și litera M.

Oțelul-carbon pentru scule se laminează, se forjează sau se trage în profile cu secțiuni rotunde, pătrate, sau dreptunghiulare, conform standardului dimensional pentru oțel de scule STAS 3021-69.

Compoziția chimică a oțelurilor carbon pentru scule (STAS 1700-71) fabricate în țara noastră este arătată în tabela 17.33. În stare recoaptă, oțelul carbon pentru scule are duritatea Brinell conform tabelei 17.34.

Tabela 17.33. **Compoziția chimică a oțelurilor carbon pentru scule (STAS 1700—71)**

Marca	Conținutul %								
	C	Mn	Si	P	S	P+S	Cr	Ni	Cu
				maximum					
OSC 7	0,65—0,74	0,15—0,35	0,15—0,35	0.030	0,025	0,050	0,25	0,25	0,25
OSC 8	0,75—0,84	0,15—0,35	0,15—0,35	0,030	0,025	0,050	0,20	0,25	0,25
OSC 8 M	0,80—0,90	0,35—0,80	0,15—0,35	0,030	0,025	0,050	0,20	0,25	0,25
OSC 9	0,85—0,94	0,15—0,35	0,15—0,35	0,030	0,025	0,050	0,20	0,25	0,25
OSC 10	0,95—1,04	0,15—0,35	0,15—0,35	0,030	0,025	0,050	0,20	0,25	0,25
OSC 11	1,05—1,14	0,15—0,35	0.15—0,35	0,030	0,025	0,050	0,20	0,25	0,25
OSC 12	1,15—1,25	0,15—0,35	0,15—0,35	0,030	0,025	0,050	0,20	0,25	0,25
OSC 13	1,26—1,45	0,15—0,35	0,15—0,35	0,030	0,025	0,050	0,20	0,25	0,25

Tabela 17.34. **Duritatea oțelurilor carbon pentru scule în stare recoaptă**

Marca	HB max.	Marca	HB max.
OSC 7	187	OSC 11	207
OSC 8 și OSC 8 M	187	OSC 12	207
OSC 10	197		

a) **Caracteristicile oțelurilor carbon pentru scule:** — nu se călesc pe toată secțiunea, ci numai pe un strat de 2—4 mm;

— temperaturile de călire sînt cuprinse între 760 și 820°C;

— ajung la o duritate foarte mare (aproximativ 65 *HCR*) care nu este depășită decît de puține oțeluri aliate; miezul rămîne însă tenace;

— sînt călibile în apă, necesitînd o mare viteză de răcire (de aproximativ 100—150°C/s;

— recoacerea de înmuiere — pînă la foarte moale — se face ușor, astfel că orice prelucrare se execută fără dificultăți;

— întregul tratament termic este simplu și nepretențios;

— creșterea conținutului de carbon face să crească duritatea, iar structura stratului călit devine mai fină.

b) **Alegerea oțelului carbon pentru scule.** Alegerea se face, în general, după următoarele criterii:

Oțelul OSC 7 se folosește pentru scule supuse loviturilor și pentru scule care necesită tenacitate mare și duritate suficientă; ciocane de forjare la cald, ciocane de lăcătușerie, matrițe, căpuitoare, dălți, șurubelnițe, punctatoare, foarfece de mînă pentru tăierea tablelor, poan-

soane pentru oţel moale, burghie pentru materiale puţin dure, instrumente chirurgicale neascuţite, scule de tîmplărie, scule de modelat, coase, cleşte patent, matriţe mici pentru materiale plastice etc.

Oţelul OSC 8 se foloseşte pentru scule supuse loviturilor şi necesită tenacitate mare şi duritate mijlocie: matriţe pentru forme simple, cuţite şi foarfece pentru metale moi, scule de tîmplărie, scule pneumatice, perforatoare, punctatoare, scule pentru fabricarea şuruburilor şi cuielor, burghie pentru material cu duritate mijlocie, matriţe cu dimensiuni mici pentru materiale plastice, scule de tăiere şi îndoire la cald, cleşti etc.

Oţelul OSC 8M se foloseşte pentru ferăstraie circulare sau panglică pentru lemn, dălţi pentru minerit şi dălţi pentru cioplirea pietrelor, sîrme pentru rezistenţă mare, matriţe pentru injectat materiale plastice.

Oţelul OSC 9 se foloseşte pentru scule care necesită duritate mijlocie şi tenacitate bună: burghie pentru ciocane perforatoare, punctatoare, scule pentru prelucrarea lemnului, dălţi pentru piatră etc.

Oţelul OSC 10 se foloseşte pentru scule care nu sînt supuse la lovituri puternice şi bruşte, care necesită oarecare tenacitate şi care au tăişuri ascuţite; filiere, burghie pentru roci mai dure, tarozi, filiere pentru filetat, matriţe pentru monede, scule pentru fabricarea şuruburilor şi acelor, scule pentru extrudare: inele de tras, inele de ambutisare, dornuri etc., cuţite de tăiat cauciuc, calibre de forme simple, ferăstraie mecanice etc.

Oţelul OSC 11 se foloseşte pentru scule supuse la lovituri mici, care necesită tăişuri ascuţite, filiere, freze, burghie, calibre, ferăstraie pentru metale etc.

Oţelul OSC 12 se foloseşte pentru scule supuse unor lovituri foarte mici şi cer o duritate mare şi muchie de tăiere ascuţită: freze, filiere, brice, instrumente chirurgicale ascuţite, calibre, ferăstraie pentru metale, scule pentru ceasornicari, cuţite pentru prelucrarea alamei, matriţe pentru monede, cuţite de tăiat sticlă, porţelan, dălţi pentru tăiat pietre.

Oţelul OSC 13 se foloseşte pentru scule care nu sînt supuse la lovituri şi necesită o duritate deosebită şi muchii de tăiere foarte ascuţite: cuţite pentru prelucrarea metalelor, brice, scule de trefilare, sfredele, instrumente pentru prelucrarea pietrei dure, cuţite cu viteze mici de aşchiere etc.

Nu se recomandă utilizarea oţelului carbon pentru scule care au suprafeţe plane mari sau sînt decupate neregulat, scule lungi şi subţiri, scule supuse permanent la trepidaţii şi şocuri, scule lucrînd în jurul temperaturii de 200°C sau mai mult şi în general scule care prin forma sau mărimea lor nu se pot căli repede.

3.3.3. **Oţel aliat pentru scule.** Modificarea compoziţiei oţelurilor pentru scule prin adăugarea de mici cantităţi de metale speciale ca: vanadiu (V), crom (Cr), molibden (Mo) şi în special wolfram (*W*) şi cobalt (Co), a condus la realizarea *oţelurilor aliate pentru scule.*

Aceste oţeluri sînt superioare oţelurilor carbon pentru scule, deoarece la temperaturi de tăiere mai ridicate au duritatea, tenacitatea şi elasticitatea cu mult mai mari.

Din aceste oţeluri se pot executa scule ca: burghie, tarozi, alezoare, freze pentru prelucrarea materialelor cu duritatea mai mică.

După proprietăţi şi destinaţie, oţelurile aliate de scule se clasifică în:

—oţeluri pentru scule aşchietoare şi aparate de măsurat:
— cu adîncime de călire mică;
— cu adîncime de călire mare;
oţeluri pentru scule de deformare şi scule pneumatice:
— pentru deformare la rece,
— pentru deformare la cald,
— pentru scule pneumatice.

Mărcile de oţel aliat pentru scule se notează printr-un simbol format din litere şi cifre. Literele indică elementele de aliere, iar cifrele indică, în zecimi de procent, conţinutul mediu al elementului principal de aliere.

Deformarea plastică la cald, şi tratamentul termic, precum şi caracteristicile obţinute, sînt indicate în tabela 17.35.

În tabela 17.36 se găsesc indicaţii informative privind utilizarea oţelurilor aliate pentru scule.

3.3.4. **Oţel rapid pentru scule.** *Oţelurile rapide* sînt oţeluri aliate de scule destinate aşchierii rapide. Ele sînt elaborate în cuptoare electrice şi prelucrate la cald prin deformare plastică.

Mărcile de oţel rapid pentru scule se notează cu simbolul Rp urmat de numărul de ordine al mărcii.

În tabela 17.37 sînt arătate caracteristicile mecanice şi tratamentul termic ale acestor oţeluri.

Indicaţii asupra folosirii oţelurilor rapide se găsesc în tabela17.38.

La oţelurile aliate de scule şi în special la oţelurile rapide se recomandă ca încălzirile pentru forjare sau diferite tratamente termice, aplicate în vederea obţinerii proprietăţilor indicate, să fie precedate de o preîncălzire, în funcţie de grosimea pieselor şi anume:

— încălzire foarte lentă pînă la 650°C;
— încălzire lentă între 650—900°C.

La oţelurile rapide se recomandă să se facă cel puţin două reveniri.

Cu sculele din oţel rapid se poate lucra pînă la circa 500°C, fără ca muchiile de aşchiere să-şi piardă calităţile de aşchiere.

Tabela 17.35. **Tratamentul termic şi caracteristicile mecanice pentru oţelurile aliate de scule (STAS 3611–66)**

Nr. crt.	Marca	Forjare sau laminare °C	Recoacere de înmuiere °C	Recoacere de înmuiere Duritate *HB*	Călire °C	Călire Răcire	Călire Duritate *HRC* min.	Revenire °C	Revenire Duritate *HRC*
1	VC 06*)	1100...850	780...800	max. 255	850... 880	u	60	100...300	57...63
2	CVW 10)	1050...800	750...780	max. 230	790... 810	a	62	160...180	62...64
3	CVW 50	1050...850	730...760	max. 285	790... 820	a	65	140...180	64...66
4	C 15*))	1050...850	760... 790	max. 230	830... 860	u	61	100...200	60...64
5	CS 14*)	1050...850	720...750	max. 230	830... 860	u	62	150...250	58...62
6	MCW 14*)e	1050...850	770...790	max. 255	800... 830	u	62	160...220	60...63
7	VM 18*)	1000...850	690...720	max. 242	750... 780	u	62	180...250	57...63
8	VSCW 9*)	1050...850	760...790	max. 242	840... 860	u	62	150...250	58...63
9	VCW 50	1050...850	820...860	max. 242	930... 960	u, a	59	180...240	58...62
10	VMoC 15*)	1050...850	720...750	max. 225	830... 860	u	61	100...200	60...64
11	VWC 62	1100...850	830...850	max. 229	950...1000	u, a	62	150...170	62...63
12	C 120	1050...850	810...840	max. 260	930... 960	u, a	60	210...230	54...58
13	VMoC 120	1050...850	810...840	max. 255	970...1000	u, a	58	100...250	58...63
14	VCW 85	1100...900	740...780	max. 255	1075...1125	b, i, u	49	600...620	360...470 *HB*
15	WC 80	1150...850	800...830	max. 255	1025...1075	u	45	575...600	360...440 *HB*
16	VSCW 45	1100...850	740...780	max. 230	1000...1050	u	46	580...650	360...470 *HB*
17	MoCN 15*)	1050...900	680...700	max. 240	840... 880	u	48	520...560	320...410 *HB*
18	VMoCN17*)	1050...850	660...700	max. 255	840... 880	u	48	500...600	400...450 *HB*
19	MoCM 14*)	1100...850	680...700	max. 240	820... 850	u	48	520...560	360...410 *HB*
20	MoSMC 20*)	1100...850	690...720	max. 240	870... 890	u	48	500...650	325...430 *HB*
21	MoSC 30*)	1100...900	700...730	max. 240	880... 900	u	52	500...650	340...440 *HB*
22	WCN 40	1050...850	660...680	max. 265	840... 870	u	54	200...300	51... 54 *HRC*
23	VN 06*)	1050...850	700...740	max. 240	790... 820	u	60	180...250	54...62 *HRC*
24	VSC 13*)	1050...850	720...750	max. 230	890... 920	u	56	100...250	54...58 *HRL*
25	VSCW 20	1050...850	720...750	max. 230	890... 920	u	54	450...600	370...460 *HB*

Observaţie; În coloana: u = ulei; a = aer; b.i. = baie izotermă cu temperatura de 450... 500°C.

Tabela 17.36. **Indicaţii de folosire a oţelurilor aliate pentru scule (STAS 3611–66)**

Nr. crt.	Marca	Indicaţii privind utilizarea
1	VC06	Scule pentru prelucrarea la rece: ferăstraie cu bandă, ferăstraie circulare, cuţite pentru tăierea metalelor la rece, matriţe şi poansoane pentru decupare etc.
2	CVW10	Scule pentru viteze mici şi rezistenţe mijlocii: burghie spirale, adîncitoare, filiere, alezoare, mandrine (pentru aliaje neferoase etc).
3	CVW50	Scule pentru viteze mici folosite la prelucrarea materialelor foarte dure: scule manuale pentru finisare, gravat alezoare pentru neferoase materiale plastice, sticlă etc.
4	C15	Scule pentru aparate de măsurat, alezoare, freze, valţuri, poansoane, ştanţe etc.
5	CS14	Burghie, tarozi, bacuri de filieră, freze ştemuitoare mecanice, poansoane pentru lucru la rece etc.
6	MCW14 =	Scule pentru prelucrare la rece: tarozi, bacuri pentru filetat, alezoare, scule de tras, scule pentru aparate de măsurat de precizie etc.
7	VM18	Scule nedeformabile, de precizie: filiere, calibre, şabloane, matriţe şi ştanţe la rece
8	VSCW9	Bacuri pentru filiere circulare, alezoare şi alte scule de aşchiere
9	VWC50	Scule destinate în special prelucrării lemnului: cuţite, freze, ferăstraie etc.
10	VMoC15	Oţel cu rezistenţă la uzură şi tenacitate, pentru scule destinate prelucrării la rece: cilindri pentru laminare la rece etc.
11	VWC62	Scule de rulat filet (role şi bacuri), scule pentru prelucrarea lemnului pînze de ferăstrău, bonfaier, brice, matriţe, poansoane şi alte scule pentru deformare la rece
12	C120	Scule nedeformabile şi foarte rezistente la uzură: broşe, matriţe şi ştanţe la rece, freze, filiere, mandrine, tarozi, lame de foarfece cu şocuri şi lovituri puternice
13	VMoC120	Idem, pentru situaţii cînd se cere tenacitate mai ridicată
14	VCW85	Scule pentru deformare la cald: matriţe şi poansoane foarte solicitate, bacuri la maşini de sudat, dornuri şi inele de tras la cald, valţuri de laminare, cochilii pentru turnat metale şi aliaje neferoase etc.
15	WC80	Matriţe şi poansoane care lucrează în condiţii grele de solicitări mecanice şi termice, cochilii pentru turnarea sub presiune a aliajelor neferoase, pentru prelucrarea maselor plastice
16	VSCW45	Înlocuieşte oţelul VCW 85 în condiţii de solicitări mecanice şi termice mai reduse
17	MoCN15	Matriţe mari pentru forjare şi presare la cald, cuţite pentru tăiat la cald, valţuri şi role pentru laminare, nicovale pentru prese şi ciocane, ştanţe pentru presat şi tăiat

Tabela 17.36 (continuare)

Nr. crt.	Marca	Indicații privind utilizarea
18	VMoCN17	Înlocuiește oțelul MoCN15 în condiții de solicitări mai grele
19	MoCM14	Înlocuiește oțelul MoCN15 cu randament mai scăzut
20	MoSMC20	Înlocuiește oțelul MoCN15 cu randament satisfăcător
21	MoSC30	Înlocuiește oțelul MoCN 15 cu randament ridicat avînd caracteristici de stabilitate la cald și tenacitate superioare
22	WCN40	Matrițe mari și mijlocii, poansoane și containere pentru extrudare, matrițe pentru debavurare și decupare, cuțite de foarfece, dornuri pentru laminat țevi
23	VN06	Pistoane pentru ciocane pneumatice, perforatoare, scule pneumatice pentru extracția de cărbuni și pentru construcții rutiere
24	VSC13	Dălți, ștemuitoare, foarfece pentru tăierea metalelor la cald și rece etc.
25	VSCW20	Matrițe pentru turnarea sub presiune a aliajelor neferoase pe bază de Al și Mg.
•		Scule rezistente la șoc: buterole, dălți pneumatice, cuțite de foarfece, ștanțe matrițe pentru prelucrare la rece, bacuri pentru mașinile de încercare la tracțiune, scule pentru prelucrarea lemnului

Vitezele de așchiere se măresc prin aceasta de 2 ... 4 ori față de cele ce se pot obține cu sculele executate din oțel carbon.

Oțelurile rapide se călesc la temperatură foarte ridicată, în jurul a 1 250°C.

Pentru mărirea durității și rezistenței la uzură a suprafețelor de degajare și așezare, sculele sînt supuse — după ce sînt complet prelucrate — unor tratamente termice sau chimice speciale.

Metodele mai des utilizate în acest scop sînt:

1. *Cianurarea sculelor* într-un mediu lichid (cianuri topite) sau gazos. Stratul cianurat variază între 0,01 și 0,06 mm; prin aceasta durata de așchiere a sculei se dublează. Se va evita din cauza creșterii fragilității metalului, cianurarea sculelor de dimensiuni reduse, cum sînt: burghiele mici, tarozii cu pasul sub 1,5 mm etc.

2. *Cromarea dură.* Se aplică la suprafața sculei, pe cale electrolitică, un strat de crom cu o grosime de 0,003 ... 0,005 mm. Sculele astfel cromate sînt recomandate în special la prelucrarea aliajelor ușoare și a maselor plastice.

3. *Tratamentul termic la temperturi sub zero grade* (la — 80°C), timp de 3—6 ore, mărește rezistența la uzură a muchiei tăietoare cu 30 ... 50%.

3.3.5. Carburi metalice.

Nevoia de a mări cît mai mult viteza de așchiere la prelucrarea în special a materialelor dure a dus la realizarea unor materiale cu o duritate mult mai mare decît a oțelurilor rapide și care să poată suporta în timpul prelucrării o încălzire peste 600°C. Aceste materiale, numite carburi metalice sînt formate din carburi de wolfram sau titan, cu mici adaosuri (5—10%) de cobalt curat. Dintre acestea fac parte: Pobeditul, Renixul și Widia (80—85% wolfram, 6—12% cobalt, 5—6% carbon).

Compoziția chimică a unora din carburile metalice este dată în tabela 17.39.

Cifrele scrise după litera K arată conținutul la sută în cobalt, iar cifra după litera T indică conținutul la sută în titan combinat cu carbonul.

Carburile metalice sînt presate în plăci care se sudează, se lipesc sau se prind mecanic pe capul cuțitului din oțel carbon (OL 70).

Tabela 17.37. **Tratamentul termic și caracteristicile mecanice pentru oțelurile rapide de scule (STAS 7382—66)**

Nr. crt.	Denumirea: Marca	Denumirea: Simbolul vechi	Domeniul de temperatură la prelucrarea plastică la cald °C	Recoacere de înmuiere: Temperatura °C	Recoacere de înmuiere: Duritate *HB*	Călire: Temperatura °C	Călire: Medii de răcire*)	Călire: Duritate *HRC* min.	Revenire: Temperatura °C	Revenire: Duritate *HRC*
1	Rp1	—	1100...900	790...820	240...300	1250...1300	u, a, bi.	60	560...580	63...66
2	Rp2	RK 50	1150...900	800...830	260...300	1270...1310	"	60	560...580	63...66
3	Rp3	RW 180	1150...900	800...830	240...300	1250...1300	"	60	550...580	63...66
4	Rp4	RW 90	1100...900	760...810	220...270	1210...1260	"	60	520...540	63...66
5	Rp5	RMo50	1100...900	800...830	220...270	1190...1230	"	60	540...570	63...66
6	Rp6	—	1100...900	800...830	240...300	1220...1260	"	60	560...580	64...67
7	Rp7	—	1100...900	780...810	240...300	1210...1240	"	60	560...570	63...66
8	Rp8	—	1100...900	760...810	240...300	1210...1240	"	60	550...570	63...66

*) u = ulei; *a* = aer; b.i. = baie izotermă cu temperatura de 500...550°C.

Tabela 17.38. **Indicații de folosire a oțelurilor rapide de scule (STAS 7382—66)**

Nr. crt.	Denumirea: Marca	Denumirea: Simbolul vechi	Indicații privind utilizarea
1 2	Rp1 Rp6	—	Scule pentru tăiere rapidă, puternic solicitate la uzură și temperatură (prelucrări fără răcire): cuțite de strunjire și tăiere, alezoare, freze, scule pentru tăiat filet și alte scule cărora li se cere și tenacitate ridicată
3	Rp2	RK 50	Scule de așchiere la viteze foarte mari pentru materiale foarte dure: cuțite de strung speciale, freze profilate, tarozi speciali, alezoare cu productivitate ridicată etc.
4	Rp3	RW 180	Scule de așchiere cu viteze mari pentru materiale cu duritate ridicată (circa 280 *HB*); cuțite de strung, freze, burghie, taroz, alezoare, broșe, bacuri de filieră, pînză și segmenți de fesătrău
5	Rp4	RW 90	Înlocuitor al oțelului Rp3 în cazuri de solicitări mai reduse, cu randament maxim pentru prelucrări fine
6	Rp5	RMo 50	Înlocuitor pentru oțelul Rp3 cu randament satisfăcător în scule diverse: cuțite de strung și raboteză, burghie, freze etc.
7	Rp7	—	Scule pentru prelucrarea materialelor foarte rezistente (peste 100 kgf/mm²) a aliajelor refractare folosind viteze mari de așchiere; freze elicoidale pentru caneluri' burghie, bacuri de filetat, filiere etc.
8	Rp8	—	Oțel economic cu capacitate ridicată de tăiere; prelucrarea materialelor cu rezistență peste 85 kgf/mm²; freze, burghie, spirale, alezoare, dinți și segmenți pentru ferăstraie circulare etc.

Tabela 17.39. **Compoziția chimică a unor carburi metalice elaborate în U.R.S.S.**

Marca carburii metalice	Elementele componente, %: Wolfram	Cobalt	Titan	Molibden	Carbon
VK 6	86,7—87,3	6 —6,5	—	—	5,3
VK 8	85 —85,6	75 —8	—	—	5,3
T 15 K 6	62 —65,5	5,6—6,2	11,5—13,5	0,8—1,5	7,8

Principalele lucrări care pot fi executate cu scule cu plăcuțe de carburi metalice sînt menționate în tabela 17.40.

Vitezele de așchiere la strunjire ale cuțitelor cu plăcuțe de carburi metalice sînt de 3—7 ori mai mari decît ale cuțitelor din oțel rapid.

Carburile metalice nu se pot forja și nu suportă tratamente termice. Ele pot fi ascuțite cu piatra de polizor. În timpul prelucrării

Tabela 17.40 **Lucrări ce pot fi executate cu carburile metalice**

Nr. crt.	Natura lucrărilor	Materialul care se prelucrează: Oțel	Fontă	Bronz și alte metale neferoase
1	I. *Lucrări de strunjire* Cojire și degroșare, lucrări grele cu șocuri	T 5 K 10 T 5 K 6 VK 86	VK 12 VK 8	VK 8
2	Degroșare cu adîncime de tăiere variabilă și întreruptă Frezare rapidă a fontei	T 5 K 10 T 5 K 6 VK 6	VK 8	VK 8 VK 6
3	Degroșare cu adîncimea de tăiere constantă	T 5 K 6 T 5 K 10	VK 6 VK 8	VK 6
4	Semidegroșare	T 15 K 6 T 5 K 6	VK 6 VK 8	VK 6
5	Finisare	T 15 K 6 T 21 K 8	VK 3 VK 6	VK 3 VK 6
6	Retezare și lucrări de profilare	T 5 K 10 TSK 6 VK 8		VK 8 VK 6
7	Degroșare premergătoare lucrărilor de filetare	T 5 K 6 T 15 K 6	VK 8 VK 6	VK 8 VK 6
8	Finisare la lucrări de filetare	T 15 K 6	VK 3 VK 6 VK 8	VK 3 VK 6 VK 8
9	II. *Lucrări de rindelare* Degroșare cu încărcare variabilă	—	VK 12 VK 8	VK 8
10	Semidegroșare și finisare	—	VK 8	VK 8
11	III. *Lucrări de găurire* Găurire cu burghiul și operații de lucru cu scule cu mai multe tăișuri	T 5 K 6 T 5 K 10 VK 8 T 15 K 15	VK 6 VK 8	VK 6

Observații. 1. Cu carbura metalică VK 6 pot fi prelucrate și masele plastice de degroșare pînă la finisare. 2. În fiecare coloană și pentru fiecare fel de lucrare, calitățile carburilor metalice descrise, sînt așezate în ordinea descrescîndă a celei mai bune folosiri.

de așchiere a metalelor, sculele cu carburi metalice trebuie ferite de șocuri puternice și de variații bruște de temperatură a lichidelor de răcire.

Perfecționarea metodelor de construcție a sculelor așchietoare și folosirea plăcuțelor de carburi metalice au ușurat aplicarea metodelor de așchiere rapidă a metalelor.

În tabela 17.41 este dată corespondența mărcilor de carburi metalice pentru producători diverși.

Tabela 17.41. **Corespondența mărcilor de carburi metalice**

Grupa de utilizare ISO și simbolizarea mărcilor în R. S. România	DIN (vechi)	U. R. S. S.	R. S. Cehoslovacă	R. P. Chineză	R. D. Germană	R. P. Polonă	R. P. Ungară	Austria			Franța			R. F. a Germaniei			Italia	Suedia	
			DIADUR	DIAMOND	HARTHU	BAILDONIT	DUREXIT	TIZIT		BÖHLERIT	STELRAM	UGICARB	ALPAMET	WIDIA	DURIA (K. Kempf)	SARAMANT (Rochling)	VANDURIT (Vanzetti)	SECO (Fagersta)	COROMANT (Sandviken)
P01.2										SB02				TT02		VS02			
P01.3	F2		F2	T30	HS01	S03				SB03				TT03					
P01.4	F1	T30K4	F1	T30	HS02	S03		WF			SO	FM		TT04	SD02		SC	FN	F02
P05		T15K6						FM		SB05			xL1		SD05	VS05			
P10	S1	T14K8	S1	T15	HS10	S10	A	S1T	2	SB10	S1	S1T	xL2	TT10	SD10	VS20	SS1	S1	S1P
P20	S2		S2	T14	HS20	S20	B	S2T		SB20	S2	S2T	xL3	TT20	SD20	VS20	S2K	S2	S2
P25					HS25			S25T		SB25			xL35	TT25	SD25	VS25			
P30	S3	T5K10	S3	T5	HS30	S30	C	S3T		SB30	S3	S3T	xL4	TT30	SD30	VS30	S3K	S5	S4
P40		TT7K12 T5K12V	S4		HS40		C	S4T		SB40	S4		xL5	SD40	VS40	S4K	S5	S6	
P50			S5		HS50			S5T		SB50	S6			TT50	SD50	VS50	S6K	S7	S8
M10			U1		HU10			U1		EB10	GS0	U1	UA	AT10	AD10	VU10	US	SU41	
M20					HU10			U2		EB20	GS1	U2		AT20	AD20	VU20	UA		
M30			U2		HU30			U3		EB30	GS2x			AT30		VU30	UN	SU4	
M40					HU40			A		EB40	GS2			AT40	AD40	VU40	S4K		R4A
K01	H2	VK2; VK3M			HG01	H05		H3		HB03	H3	H3		TH03	HD03	VH03	KO	H02	H05
K05			H2					H2	—	HB05	H2		H2	TH05	TH05	HD05	VH05		
K10	H1	VK6M	G1H1	G3	HG10	H10	K	H1		HB10	H1		H1	TH10	HD10	VH10	K2	H13	H1P
K15			G1.1		HG15								NS						
K20	G1	VK6M	G2		HG20	H20	N	G1w		HB20	G1	G0, G1	N	TH20	HD20	VH20	HK	H20	H20
K30	G1	VK4 VK6		C6	HG30			G2A		HB30	G2		NC	TH30	HD30	VH30	HK	H30	
K40	G2	VK8		G8	HG40	H40		G2w		HB40	G3		G	TH30	HD40	VH40	CHOC		

3.3.6. **Materiale ceramice.** Materialele ceramice, folosite la confecționarea plăcilor pentru cuțitele de strung, raboteză și morteză, sînt oxidul de aluminiu, novoculitul natural, cuarțul cristalin, coroxul și carbura de bor.

Dintre acestea s-a stabilit experimental că cele mai bune calități le are oxidul de aluminiu, în ceea ce privește rezistența la uzură și durata de așchiere la temperaturi înalte.

Dintre materialele ceramice naturale cercetate, novoculitul natural este acela care are duritatea mai mare.

În tabela 17.42 sînt indicate compoziția și densitatea unor materiale ceramice pentru scule așchietoare produse în diferite țări.

Tabela 17.42. **Compoziția și densitatea unor materiale ceramice**

Grupa	Denumirea	Producător	Compoziția, % Al_2O_3	C	W	Ti	Densitatea g/cm³
Oxizi den aluminiu	TM—332	U.R.S.S.	100	—	—	—	3,95
	Ceroc	Franța	100	—	—	—	3,9
	S P K	R. F. a Germaniei	100	—	—	—	3,9
	Stupalox	S.U.A.	100	—	—	—	3,6
Oxizi den de aluminiu + carburi metalice	H20	R.D.G.	75	3,2	3	9	4,5
	Widalox	R. F. a Germaniei	95	0,5	—	3,5	3,9
	Realoxé	Suedia	45	3,2	50	—	6,9

4. METALE ŞI ALIAJE NEFEROASE

4.1. METALE NEFEROASE

Metalele, în afară de fier, sînt metale neferoase. Metalele care au greutatea specifică mai mică decît 3,8 kgf/dm³ se numesc metale uşoare, iar cele cu greutatea specifică mai mare decît 3,8 kgf/dm³ se consideră ca metale grele.

4.1.1. **Cuprul (Cu).** Cuprul este de culoare roşiatică, cu un luciu sclipitor.

Este foarte maleabil şi ductil, putîndu-se trage în foi subţiri. Conduce bine căldura şi electricitatea. Se topeşte la 1083°C.

Cuprul se fabrică în diferite calităţi:

— Cupru electrolitic (pentru conductori electrici şi aliaje).

— Cupru rafinat (pentru bare, table, benzi şi ţevi, precum şi pentru piese turnate).

Cuprul se foloseşte şi sub formă de aliaje cu cositorul (bronz), cu zincul (alamă), cu nichelul, cu aluminiul, cu plumbul etc.

4.1.2. **Aluminiul (Al).** Aluminiul are o culoare argintie şi este foarte moale. Are greutatea specifică mică (2,7 kgf/dm³). Se topeşte la 657°C. Are conductivitatea electrică foarte mare (circa 60% din aceea a cuprului). Este nemagnetic şi se prelucrează uşor prin aşchiere şi presare.

Aluminiul se foloseşte la confecţionarea cablurilor electrice, la construcţia avioanelor şi autovehiculelor, la fabricarea obiectelor casnice etc.

Prin difuziunea aluminiului la temperaturi înalte în stratul superficial de la suprafaţa pieselor din metale diferite — operaţie numită *alitare* — acestea sînt protejate împotriva agenţilor corosivi.

Amestecul *termit* compus din praf de aluminiu şi oxid de fier este folosit la sudarea diferitelor piese metalice (procedeul aluminotermiei).

Aluminiul se mai foloseşte la elaborarea diferitelor aliaje (de exemplu: Al-Cu-Mg, Al-Cu-Ni, Al-Cu, Al-Mg-Si, Al-Mg,-Al-Mg-Mn, Al-Si, Al-Mn).

4.1.3. **Zincul (Zn).** Zincul este un metal de culoare albă cu nuanţă albăstruie. Se topeşte la 419°C. Este casant pînă la temperatura de 100° şi peste temperatura de 150°; între aceste temperaturi este maleabil şi poate fi laminat în foi.

Deşi se oxidează, zincul se foloseşte la zincarea ţevilor şi sîrmelor de oţel, deoarece stratul de oxid cu care acestea se acoperă împiedică continuarea coroziunii.

Zincul se mai foloseşte la elaborarea aliajelor neferoase (Cu-Zn, **Zn-Al,** Zn-Al-Cu), dintre care cea mai importantă este alama (aliaj **cupru-zinc**).

4.1.4. **Cositorul (Sn).** Cositorul are culoarea albă-argintie cu o nuanţă puţin gălbuie. Se topeşte la 232°C. Este maleabil şi ductil putînd fi laminat în foi foarte subţiri. Cositorul nu este atacat de agenţi, corosivi atmosferici şi de acizii organici diluaţi; este atacat puternic de baze şi de acizii sulfuric şi azotic.

Cositorul se foloseşte la acoperirea cu un strat subţire a tablelor de oţel (tablă cositorită) pentru a le feri de agenţi corosivi.

Aliajele cele mai importante ale cositorului sînt bronzurile (Cu-Sn), aliajele pentru lagăre şi aliajele pentru lipit (Sn-Pb).

4.1.5. **Plumbul (Pb).** Plumbul are un aspect lucios cu o culoare cenuşie-albăstruie. Plumbul pur este foarte moale şi se topeşte la 326°C. Este rezistent la acţiunea corosivă a multor acizi şi în special a acidului sulfuric, din care cauză este mult folosit în industria acidului sulfuric şi la fabricarea acumulatoarelor electrice. Plumbul se poate lamina în table.

Deseori este folosit în aliaje cu antimoniu, cositor (aliaj pentru lipit) etc.

4.1.6. **Magneziul (Mg).** Magneziul este un metal lucios, de culoare albă argintie. Are densitatea 1,75 şi se topeşte la 651°C. Se oxidează foarte uşor; încălzit, se aprinde şi arde cu o flacără strălucitoare.

Magneziul se foloseşte în metalurgie pentru reducerea oxizilor metalici şi la elaborarea fontelor nodulare.

Se mai uzilizează în diferite aliaje şi în special cu aluminiul (duralumin, electron), în industria de avioane.

4.1.7. **Antimoniul (Sb).** Antimoniul are luciu metalic viu şi este foarte casant. Se foloseşte numai în aliaje, dintre care mai importante sînt aliajele cu punct de topire coborît, aliajele tipografice (Sb-Sn-Pb) şi aliajele antifricţiune (Sb-Pb-Cu-Sn).

4.2. ALIAJE NEFEROASE

Aliaje neferoase sînt toate aliajele care nu conţin fier, sau în componenţa cărora fierul nu intră în proporţie mai mare de 5%.

Aliajele a căror greutate specifică este mai mică decît 4,5 kgf/dm³ se numesc aliaje neferoase uşoare, iar cele cu greutatea specifică mai mare decît 4,5 kgf/dm³ se numesc aliaje neferoase grele.

4.2.1. **Aliaje cupru-cositor** (STAS 197/1-75 şi 197/2-76). Aceste **aliaje** sînt numite bronzuri; în compoziţia unor asemenea aliaje se poate introduce în anumite proporţii şi zinc şi plumb. În tabela 17.43 sînt redate caracteristicile mecanice ale bronzurilor cu cositor turnat în piese.

Tabela 17.43. Caracteristicile mecanice ale bronzului cu staniu turnat în piese (STAS 197/1-75)

Grupa	Denumirea	Simbol	Rezistența de rupere la tracțiune, kgf/mm² min	Alungirea relativă la rupere % min.	Duritatea Brinell HB 10/500/30 min	Întrebuințări (informative)
Bronz cu staniu	Bronz pentru turnătorie 14	Bz 14 T	20	2	85	Elemente supuse la uzură. Lagăre pentru mașini unelte. Organe de mașini pentru aparate hidraulice pentru presiuni mari fără șocuri.
	Bronz pentru turnătorie 12	Bz 12 T	20	6	80	Melci și roți melcate solicitate puternic. Piulițe de ghidrae axe, lucrînd sub sarcini mari
	Bronz pentru turnătorie 10	Bz 10 T	20	10	60	Întrebuințări diverse în construcții de mașini, de aparate și armături speciale
Bronzuri cu staniu-zinc și staniu-zinc-plumb	Bronz pentru turnătorie Cu Zn 10	Bz 10 ZnT	20	10	60	Armături de presiune lucrează în condiții speciale
	Bronz pentru turnătorie Cu Zn 9	Bz 9 ZnT	20	8	60	Lagăre pentru material rulant și armături de presiune
	Bronz pentru turnătorie Cu Zn 6 Bronz pentru turnătorie CuZn5	Bz 6 ZnT Bz 5 ZnT	15	8	60	Armături pentru material rulant. Piese care lucrează la frecare și lagăre ușor solicitate
	Bronz pentru turnătorie Cu Zn 4	Bz 4 ZnT	15	5	55	Piese care lucrează la frecare și lagăre ușor solicitate
	Bronz pentru turnătorie Cu Zn 3	Bz 3 Zn T	18	8	55	Armături pentru instalații de apă și abur, pînă la 25 kgf/cm²

Observații. 1. Caracteristicile mecanice se referă la piesele turnate în amestec de formare, fără tratament termic; pentru piesele turnate în amestec de formare, tratate trmic ca și pentru cele turnate în cochile, netratate termic, caracteristicile mecanice se stabilesc de comun acord. 2. Pentru elaborarea și turnarea bronzurilor Bz 14 T, Bz 12 T, Bz 10 T, Bz 10 ZnT se vor folosi materiale noi, deșeuri noi și deșeuri vechi, curate, din semifabricate (table, benzi, bare, sîrme etc.) de Cu, Sn și bronzuri cu staniu de compoziție corespunzătoare. 3. Pentru elaborarea și turnarea bronzurilor Bz 9 ZnT, Bz 6 ZnT, Bz 5 ZnT, Bz 4 ZnT și Bz 3 ZnT, se pot folosi, în afară de materialele indicate mai sus, și materiale secundare cu bronzuri cu staniu, staniu-zinc-plumb, staniu-zinc etc.

Simbolul cuprinde literele Bz și un număr care indică conținutul procentual de cositor;

— urmat de litera T (turnat) pentru aliajele Cu-Sn;

— urmat de ZnT pentru aliajele Cu-Sn-Zn și Cu-Sn-Zn-Pb.

4.2.2. **Aliaje cupru-aluminiu** (STAS 198/1-74). Aliajele de cupru cu 7 ... 11% aluminiu se numesc bronzuri de aluminiu. Cu sau fără adaosuri de îmbunătățire: Fe, Mn, și Ni, bronzul cu aluminiu se toarnă în blocuri și piese.

Simbolul mărcii cuprinde literele BzAl urmate de conținutul mediu al aluminiului, simbolurile elementelor de aliere și litera T (turnat).

În tabela 17.44 sînt arătate caracteristicile mecanice și indicații de utilizare pentru diferitele mărci ale bronzului cu aluminiu.

4.2.3. **Aliaje cupru-zinc** (STAS 95-75). Aliajele cupru-zinc numite și alame se elaborează întrei tipuri: fără plumb, cu plumb, și speciale.

Clasificarea aliajelor Cu-Zn cu indicarea formei de livrare este redată în tabela 17.45.

4.2.4. **Aliaje de aluminiu** (STAS 201/2-71). Clasificarea aliajelor de aluminiu se face după felul turnării, elementul principal de aliere și compoziția chimică. Caracteristicile mecanice ale acestor aliaje sînt redate în tabela 17.46.

Mărcile aliajelor de aluminiu se simbolizează cu literele ATN pentru grupa de aliaje turnate în amestec de formare, ATC pentru aliaje turnate în cochilă și ATP pentru grupa de aliaje turnate sub presiune, urmate de simbolurile chimice ale elementelor componente cu conținutul mediu în procente al fiecăruia, în ordinea descrescătoare a acestora. Face excepție de la această regulă aliajul provenit din recuperări, ATO, la care nu se precizează elementele componente.

Duraluminiul, numit și *dural* conține 92 ... 96% aluminiu, 3,5 ... ... 4,5% cupru, 0,4 ... 0,5% magneziu și 0,3 ... 0,75% mangan. Cînd se mai adaugă 0,5% nichel se obține *duraluminiul special*. Ambele aliaje se laminează ușor, iar prin călire își măresc foarte mult duritatea. Datorită acestor calități și fiind și ușoare se folosesc în industria de automobile și avioane.

Siluminul este un aliaj al aluminiului cu siliciu și este corespunzător calității AT Si 12. Piesele turnate din silumin se caracterizează prin duritate mare și contracție mică (reducere mică a volumului după turnare). Se utilizează ca materie primă în industria de automobile și avioane.

Electronul are următoarea compoziție chimică: 4% aluminiu, 3% zinc, 0,2 ... 0,5% mangan și restul magneziu. Este un aliaj foarte ușor și se prelucrează foarte bine. Se folosește în industria aeronautică. Dacă la prelucrare se folosesc viteze mari de așchiere, așchiile mărunte se aprind cu ușurință. Focul se stinge cu nisip, evitîndu-se apa.

Tabela 17.44. **Caracteristicile mecanice ale bronzului cu aluminiu turnat în piese (STAS 198/1-74)**

Denumirea	Marca	Încercarea la tracţiune: Rezistenţa de rupere la tracţiune kgf/mm² min.	Încercarea la tracţiune: Alungirea relativă la rupere δ_5 % min.	Duritatea Brinell $HB/_{10}/_{1000}/_{30}$ min.	Indicaţii de utilizare
Bronz cu aluminiu obişnuit (binar) pentru turnătorie	BzAl 9 T	35	15	80	Rezistent la coroziune şi la acţiunea apei de mare. Piese turnate pentru industria chimică şi alimentară; armături
Bronz cu aluminiu cu adaos de fier pentru turnătorie	BzAl 8 FeT	45	18	100	Rezistent la coroziune şi la acţiunea apei de mare. Piese turnate pentru locomotive; armături
	BzAl 10 FeT	50	13	115	Rezistent la coroziune şi la acţiunea apei de mare. Piese turnate pentru construcţii navale, pentru industria chimică şi alimentară în special pentru armături rezistente la acizi şi avînd rezistenţă mecanică mare
Bronz cu aluminiu cu adaos de fier şi nichel pentru turnătorie	BzAl 9 FeNiT	50	15	120	Rezistenţă mecanică ridicată şi rezistenţă bună la acţiunea apei de mare şi a acizilor. Piese turnate pentru industria chimică, alimentară, petrolieră, minieră şi de construcţii navale; roţi dinţate, melci şi roţi melcate, armături pentru abur supraîncălzit, piese de uzură, saboţi de alunecare; elici navale
Bronz cu aluminiu cu adaos de mangan pentru turnătorie	BzAl 10 MnT	45	15	100	Rezistenţa are coroziune şi apă de mare. Armături mecanice roţi dinţate, melci şi roţi melcate; piese pentru industria chimică

Tabela 17.44 (continuare)

Denumirea	Marca	Încercarea la tracţiune: Rezistenţa de rupere la tracţiune kgf/mm² min.	Încercarea la tracţiune: Alungirea relativă la rupere δ_5 % min.	Duritatea Brinell $HB/_{10}/_{1000}/_{30}$ min.	Indicaţii de utilizare
Bronz cu aluminiu cu adaos de mangan şi nichel pentru turnătorie	BzAl 8 MnNiT	42	20	105	Material tenace cu mare rezistenţă la uzură şi la coroziunea apei de mare, precum şi rezistenţă bună la cavitaţie. Piese pentru construcţii navale, construcţii de maşini în industria chimică şi petrolieră; elice de vapoare palete de turbină, armături

Tabela 17.45. **Aliajele cupru-zinc (alamele) şi formele recomandabile de livrare (STAS 95—75)**

Tipul alamelor	Marca aliajului: nouă	Marca aliajului: veche	Plăci table	Benzi	Bare	Profile extrudate	Ţevi de uz general	Sîrme	Piese forjate
Fără plumb	Cu Zn 5	Am 95	x	x			(x)	x	
	Cu Zn 10	Am 90	x	x	(x)		(x)	x	
	Cu Zn 15	Am 85	x	x	x		x	x	
	Cu Zn 20	Am 80	x	x	(x)		(x)	x	
	Cu Zn 28	Am 72	x	x	(x)		(x)	x	
	Cu Zn 30	Am 70	x	x	(x)		x	x	
	Cu Zn 36	Am 63	x	x	x	(x)	x	x	
	Cu Zn 37	Am 63	x	x	x	(x)	x	x	
	Cu Zn 40	Am 60	x	x	x	x	x	(x)	(x)
Cu plumb	Cu Zn 36 Pb 1	—	(x)	x	x		(x)	x	
	Cu Zn 39 Pb 2	Am 58	x	x	x	x	(x)	(x)	x
	Cu Zn 39 Pb 3	—			x	x	(x)	(x)	(x)
	Cu Zn 40 Pb 1	Am 60	x	x	x			x	
	Cu Zn 43 Pb 2	—				x			(x)
Speciale	Cu Zn 28 Sn 1	AmXSn	x				x		
	Cu Zn 31 Sr	—		x	x		x		
	Cu Zn 36 Sb	AmXSb	x				x		
	Cu Zn 36 Al MnFe	AmX2			x	x			x
	CuZn38Pb2Mn2	AmX3			x	x			x
	CuZn33MnAl	AmX1							
	CuZn39Al14Mn3Fe	—							
	CuZn39Ni3	Am arc			x			x	x
	CuZn40Mn	AmX4			x	x			x
	CuZn42Mn3Al	—							x

x Se livrează în mod curent.
(x) Se livrează pe bază de înţelegere între producător şi beneficiar.

Tabela 17.46. **Caracteristicile mecanice ale aliajelor de aluminiu turnate în piese (STAS 201/2—71)**

Marca aliajului	Starea de livrare	Caracteristici mecanice min.			
		Limita de curgere convențională $R_{0,2}$ daN/mm²	Rezistența de rupere la tracțiune R daN/mm²	Alungirea A_5 %	Duritatea Brinell HB 10/100/30
I. Aliaje cu element principal de aliere-cupru					
ATNCu4Si	M TB TF	8 14 19	11 19 24	6 6 2	50 55 75
ATCCu4Ti	TF TF	19 17	29 27	3 5	95 85
ATCu	TA TF	21 17	32 31	7 8	95 90
ATNCu4MgTi	TA TF	20 21	25 27	1 3	85 90
ATCCu4MgTi	TA TF	21 23	27 29	8 3	90 95
ATNCu4Ni2Mg2	M TF	12 15	15 22	0,5 0,5	70 85
ATCCu4Ni2Mg2	M TB TF	13 18 18	17 24 26	0,5 0,8 0,3	75 95 70
ATNCu8	M	7	12	1	50
ATCCu8	M	8	13	1	55

Tabela 17.46 (continuare)

Marca aliajului	Starea de livrare	Caracteristici mecanice min.			
		Limita de curgere convențională $R_{0,2}$ daN/mm²	Rezistența de rupere la tracțiune R daN/mm²	Alungirea A_5 %	Duritatea Brinell HB 10/100/30
ATCSi7Mg	M TF	9 18	16 22	2 1	60 80
ATPSi7MgFe	M	9	16	1	50
ATPSi8Cu3	M	14	20	0,5	70
ATNSi9MgMn	TF	17	24	2,5	100
ATCSi9MgMn	TF	18	26	1	110
ATNSi10Mg	M TF	8 16	15 20	2 1	50 75
ATCSi10Mg	M TF	9 15	16 32	2 1	60 80
ATPSi10MgFe	M	12	20	1	70
ATCSi10Cu3Mg	M TE TF	12 17 22	15 20 24	1 0,5 0,3	85 110 110
ATPSi10Cu3MgFe	M	17	20	0,5	70
ATNSi12	M	7	16	2	45
ATCSi12	M	8	18	3	50

Marca aliajului	Starea de livrare	$R_{0,2}$ daN/mm²	R daN/mm²	A_5 %	HB 10/100/30
ATNCu10Mg	M TB TF	12 12 15	14 15 17	1 0,5 0,5	70 80 100
ATNCu10Mg	M O TF	13 14 23	16 17 27	1 1 0,5	75 110 125
II. Aliaje cu element principal de aliere — siliciu					
ATNSi2Mg	TF	19	21	1	80
ATCSi2Mg	TF	19	24	1	90
ATNSi4Mg	M TF	7 15	13 19	1 1	50 80
ATCSi4Mg	M TF	8 17	13 24	2 1	55 85
ATPSi5MgFe	M	10	15	1	55
ATNSi5Cu1	M TB TF	9 16 15	15 20 19	1 0,5 1	65 80 75
ATCSi5Cu1	M TB TF	10 19 16	16 22 20	1 0,5 1	50 85 80
ATPSiCu1	M	12	18	1	55
ATNSi5Cu3	M TF	9 12	13 21	1 2	45 60
ATCSi5Cu3	M TF	9 15	18 26	2 2	50 65
ATPSi5Cu3	M	12	18	1	55
ATNSi6Cu4	M	9	15	1	60
ATCS16Cu4	M	11	17	1	70
ATPSi6Cu4	M	14	20	0,5	70
ATNSi7Mg	M TF	7 17	13 20	2 1	55 75
ATPSi12Fe	M	12	20	1	60
ATPSi12MgFe	M	18	24	0,5	65
ATNSi12MgMnTi	M	8	11	2	50
ATCSi12MgMnTi	M	9	12	2	50
ATPSi12MgMnTi	M	10	15	1	60
ATNSi12CuMgNi	M TE	12 14	17 18	1 1	60 70
ATCSi12CuMgNi	M O TE	12 14 16	14 18 20	1 — —	70 85 100
ATPSi12CuMgNi	M	16	18	—	100
ATNSi18CuMgNi	M TE	8 14	12 17	— —	80 95
ATCSi18CuMgNi	M O TE	10 14 16	15 18 20	— — —	90 110 110
ATPSi18CuMgNi	M	16	20	—	100
III. Aliaje cu element principal de aliere — magneziu					
ATNMg3Si	M TF	7 10	13 18	3 2	45 60
ATCMg3Si	M TF	7 11	14 21	4 3	50 65
ATNMg6	M TB	9 11	15 17	2 3	50 70

Tabela 17.46 (continuare)

Marca aliajului	Starea de livrare	Caracteristici mecanice min.			
		Limita de curgere convențională $R_{0,2}$ daN/mm²	Rezistența de rupere la tracțiune R daN/mm²	Alungirea A_5 %	Duritatea Brinell HB 10/1000/30
ATCMg6	M TB	10 12	15 17	2 1	55 60
ATPMg6Fe	M	9	17	1	60
ATPMg9Si	M	12	18	1	70
ATNMg10	M O TB	9 12 14	15 20 24	1 6 4	65 75 75
ATCMg10	M	10	20	6	70
ATPMg10Fe	M	8	18	1	70
V. *Aliaje cu element principal de aliere — zinc*					
ATNZn5Mg	TF	12	18	5	60
ATCZn5Mg	TF	12	18	5	65

Tabela 17.46 (continuare)

Marca aliajului	Starea de livrare	Caracteristici mecanice min.			
		Limita de curgere convențională $R_{0,2}$ daN/mm²	Rezistența de rupere la tracțiune daN/mm²	Alungirea A_5 %	Duritatea Brinell HB 10/1000/30
ATNZn10Si7	M	12	19	2	75
ATCZn10Si7	M	16	24	1	85
ATPZn10Si7Fe	M	10	17	1	60

*) Valorile $R_{0,2}$ sînt informative. Simbolurile stării de livrare au următoarele semnificații: M — fără tratament termic; O — tratament de recoacere în scopul obținerii stabilității dimensionale sau rezistenței minime; TA — tratament de îmbătrînire naturală pentru obținerea durificării structurale; TB — tratament de călire în scopul punerii în soluție urmat de îmbătrînire naturală; TE — tratament de îmbătrînire artificială pentru durificare artificială; tratamentul poate fi aplicat numai pieselor livrate în stare TA; TF — tratament de călire în scopul punerii în soluție urmat de îmbătrînire artificială. Tratamentul poate fi aplicat numai pieselor în stare TB.

Capitolul **18**

TRATAMENTE TERMICE ŞI TERMOCHIMICE ALE OŢELURILOR

1. GENERALITĂŢI

1.1. STRUCTURA METALELOR ŞI ALIAJELOR

Toate metalele şi aliajele metalice sînt constituite din cristale de diferite forme şi dimensiuni: aceste cristale sînt de obicei vizibile numai cu ajutorul microscopului metalografic.

Se numeşte structura unui metal sau aliaj forma, mărimea şi modul de aranjare a cristalelor din care este compus.

Structura unui aliaj depinde, în general, de:
- compoziţia sa chimică;
- gradul de puritate al metalelor ce-l compun;
- viteza de răcire a aliajului în cursul elaborării;
- tratamentele termice şi prelucrările mecanice suferite.

Cunoaşterea structurii cristaline ajută la stabilirea proprietăţilor metalului sau aliajului respectiv. Astfel, în mod obişnuit, cu cît cristalele unui aliaj sînt mai mici, cu atît şi calităţile aliajelor sînt mai bune şi invers.

1.2. TEMPERATURI CRITICE ŞI ZONE DE TRANSFORMARE

La încălzirea şi la răcirea unui oţel carbon se pot constata anumite micşorări ale vitezei cu care creşte sau scade temperatura la încălzire, respectiv la răcire. Valorile temperaturilor la care au loc aceste micşorări şi durata acestor micşorări în timp depind de conţinutul în carbon al aliajului şi de viteza de răcire. Aceasta arată că în constituţia oţelului au loc transformări, care se fac cu schimb de căldură şi anume: cu absorbţie de căldură la încălzire şi cu cedare de căldură la răcire.

Cunoaşterea acestor transformări este foarte importantă pentru cunoaşterea structurii şi deci a proprietăţilor oţelurilor.

Dacă într-un sistem de coordonate: temperatură-conţinut de carbon se trec în ordonată temperaturile punctelor respective — denumite şi *puncte critice, puncte de transformare, temperaturi critice* — în funcţie de conţinutul procentual în carbon al oţelului şi dacă aceste puncte se unesc între ele, se obţine o diagramă indicată schematic în fig. 18.1 care reprezintă diagrama de echilibru fier-carbon în porţiunea care interesează tratamentele termice.

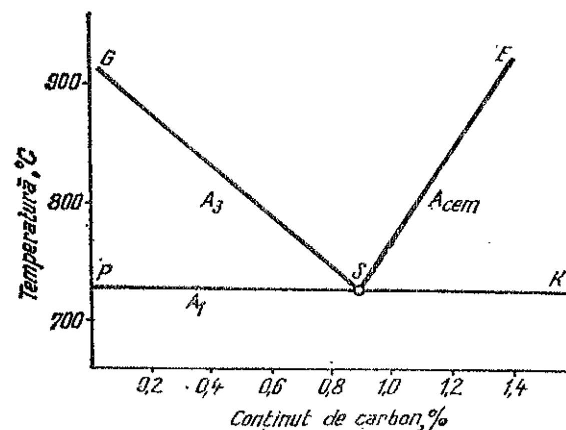


Fig. 18.1.

Temperatura corespunzătoare liniei *PK* se notează cu A_1, temperaturile corespunzătoare liniei *GS* cu A_3. şi cele corespunzătoare liniei *ST* cu A_{cem}. Punctele A_1 şi A_3 sînt cunoscute respectiv sub denumirea de *punct critic inferior* şi *punct critic superior*.

Intervalele de temperaturi cuprinse între punctele A_1 şi A_3 şi cele cuprinse între A_1 şi A_{cem} se numesc *intervale* sau *zone de transformare* sau *critice*.

Pentru deosebire, punctele critice din timpul încălzirii se notează cu indicele *c*, iar cele din timpul răcirii cu *r*. Datorită fenomenului denumit *histeresis termic*, punctele critice la răcire A_r sînt mai coborîte decît cele de încălzire A_c.

Cu aceste simboluri, punctele critice pentru tratamente termice sînt următoarele:

A_{c1} — temperatura la care începe să se formeze austenita în timpul încălzirii;

A_{c3} — temperatura la care ferita s-a transformat complet în austenită în timpul încălzirii (pentru oţeluri hipoeutectoide [1]);

$A_{c\,cem}$ — temperatura din cursul încălzirii la care cementita secundară se dizolvă complet în austenită (pentru oţelurile hipereutectoide [2]);

A_{r3} — temperatura din cursul răcirii la care austenita începe să se transforme în ferită;

[1]) *Oţel hipoeutectoid:* cu conţinut de carbon mai mic decît al oţelului eutectoid.
[2]) *Oţel hipereutectoid:* cu conţinut de carbon mai mare decît al oţelului eutectoid.

A_{r1} — temperatura din cursul răcirii, la care transformarea austenitei eutectoide în perlită este completă;

$A_{r\,cem}$ — temperatura din cursul răcirii, la care începe separarea cementitei în oţelurile hipereutectoide.

La oţelurile eutectoide (cu 0,9%C în cazul oţelurilor carbon), formarea austenitei la încălzire şi restransformarea ei în perlită (ferită plus cementită) au loc la un punct fix de temperatură corespunzător punctului *S* din diagramă (punct eutectoid).

Pentru oţelurile hipoeutectoide, în cursul încălzirii progresive de-a lungul zonei de transformare, ferita se transformă treptat în austenită, astfel încît la atingerea temperaturii A_{c3} transformarea este completă; la oţelurile hipereutectoide, cementita se transformă treptat în austenită.

Elementele de aliere pot aduce modificări importante zonelor de transformare.

2. TEHNOLOGIA TRATAMENTELOR OŢELURILOR DE CONSTRUCŢIE ŞI DE SCULE

Majoritatea sculelor şi organelor de maşini din oţel, care lucrează în condiţii de lucru speciale, sînt supuse unor tratamente speciale şi anume tratamentelor termice sau termochimice.

Pentru terminologia şi definiţiile principalelor noţiuni care intervin în tratamentele termice este elaborat standardul 2500-66.

2.1. TRATAMENTE TERMICE

Prin tratamentul termic al oţelului se înţelege modificarea structurii acestuia sub acţiunea unei succesiuni de operaţii, constînd din încălziri şi răciri în condiţii determinate, cu scopul de a se realiza pentru produsele respective, anumite proprietăţi fizico-mecanice.

Schimbarea proprietăţilor fizice şi mecanice prin tratamente termice se datoreşte transformărilor pe care le pot suferi unii constituenţi ai materialelor metalice, apariţiei de noi constituenţi, dispariţiei altora sau modificării proprietăţilor relative ale constituenţilor prezenţi. Rezultă deci că se pot trata termic numai materialele care au cel puţin doi constituenţi la temperatura obişnuită şi care pot suferi transformări în stare solidă în cursul proceselor de încălzire şi răcire.

Diferitele procese ale tratamentului termic se deosebesc între ele prin:

— viteza de încălzire;
— temperatura de încălzire maximă;
— timpul de menţinere la temperatura maximă;
— viteza de răcire.

Instalațiile (cuptoare, băi) pentru efectuarea tratamentelor termice sînt standardizate prin STAS 3500-62.

În funcție de scopul tratamentului termic și modalitatea realizării lui, se deosebesc următoarele procese de tratament termic : recoacerea, călirea, revenirea și îmbătrînirea.

2.1.1. **Recoacerea.** Recoacerea este un tratament termic care constă în încălzirea pînă la o temperatură anumită, menținerea la această temperatură urmată de o răcire cu o anumită viteză. Prin acest tratament se urmărește realizarea unui anumit echilibru fizico-chimic sau structural. Ea poate avea ca scop obținerea unui din următoarele rezultate :

— înmuiere ;

— ușurarea prelucrării prin așchiere ;

— obținerea unor anumite proprietăți de prelucrare la rece prin deformare ;

— obținerea unei anumite structuri ;

— înlăturarea tensiunilor interne ;

— omogenizarea structurii ;

— recristalizarea.

După cum se urmărește obținerea unuia dintre aceste rezultate, deosebim următoarele recoaceri :

a. **Recoacere completă.** La această recoacere piesele sînt încălzite la o temperatură cu 30—50°C deasupra punctului A_{c3} și, după ce au fost menținute un timp suficient la această temperatură, sînt lăsate să se răcească încet. Răcirea se face de obicei în cuptor, și uneori în medii care pot asigura o viteză mică de răcire.

b. **Recoacerea de normalizare** se deosebește de recoacerea completă prin faptul că implică încălzirea la o temperatură superioară domeniului de transformare, urmată de o răcire în aer liniștit. Normalizarea se aplică pieselor din oțel aliat pentru construcții cu conținut mic și mijlociu de carbon, forjate și matrițate, cum și pieselor cementate, cu scopul de a modifica mărimea grăunților, de a uniformiza structura și a îmbunătăți proprietățile mecanice.

În urma recoacerii de normalizare piesele se prelucrează mai ușor și se obține o rezistență mai mare decît în urma recoacerii complete.

c. **Recoacerea de omogenizare** se efectuează printr-o încălzire a pieselor la o temperatură cu 150—250°C deasupra intervalului de transformare, menținere îndelungată la această temperatură, urmată de o răcire lentă (în cuptor, cu o anumită viteză). Acest tratament se aplică în special pieselor de oțel turnat, cu scopul de a reduce segregațiile și a micșora neomogenitatea chimică a grăunților de austenită.

d. **Recoacere izotermă.** În ceea ce privește rezultatele modificării proprietăților fizico-chimice, această recoacere este asemănătoare recoacerii complete, cu deosebirea că durata este mult redusă.

Ea se realizează prin încălzirea aliajului feros și menținerea la o temperatură deasupra zonei de transformare pînă ce capătă o structură parțial sau total austenitică ; după aceasta aliajul se răcește și se menține la o temperatură puțin inferioară lui A_{r1} pînă ce austenita se transformă complet în perlită.

e. **Recoacere de recristalizare.** Această recoacere constă din încălzirea la o temperatură adecvată sub zona de transformare, însă superioară punctului de recristalizare și menținerea la această temperatură un timp suficient, urmată de răcire cu o viteză adecvată. Ea are ca scop formarea unor noi cristale cu granuiație fină, în locul cristalelor mari, deformate prin prelucrarea mecanică la rece.

f. **Recoacerea pentru detensionare** se aplică pentru înlăturarea tensiunilor interne provocate de operații anterioare (turnare, călire, normalizare, prelucrare pe mașini-unelte, prelucrare prin deformare la rece sau prin sudare). Recoacerea de detensionare se realizează încălzînd încet piesele la o temperatură sub zona de transformare (aproximativ 550 pînă la 600°C), după care se răcesc încet.

g. **Recoacere de globulizare** (recoacere de înmuiere) constă dintr-un ciclu de încălziri în afara și în vecinătatea domeniului de transformare, prin care se urmărește obținerea carburilor sub formă globulară cu scopul de :

— a ușura prelucrarea prin așchiere sau prin deformare mecanică la rece ;

— a obține o anumită structură în vederea tratamentelor termice următoare.

2.1.2. **Călirea** Călirea se realizează prin încălzirea și menținerea pieselor la temperaturi peste punctul de transformare, urmată de răcire bruscă. Călirea are ca efect transformarea structurii austenitice obținută prin încălzirea oțelului peste punctul de transformare A_{c3}, fie într-o structură martensitică, fie în structuri intermediare (troostită, sorbită).

Prin călire se urmărește obținerea unor anumite proprietăți fizico-mecanice ale pieselor tratate (organe de mașini, scule etc.).

Majoritatea pieselor sînt supuse în continuare tratamentului de revenire.

Îmbunătățirea constă dintr-o călire urmată de o revenire la temperaturi mai înalte, aplicată oțelurilor cu scopul de a obține o îmbunătățire a caracteristicilor mecanice.

Oțelurile de îmbunătățire se folosesc, de obicei, la executarea organelor de mașini.

2.1.2.1. *Procedee de călire.* a. **Călirea completă** se obține prin încălzirea metalului la temperaturi care depășesc cu 20—30°C punctul de transformare A_{c3}, cu menținerea la aceaste temperaturi, urmată de o răcire bruscă.

b. **Călirea în trepte** se folosește pentru piesele sau sculele mari sau cu configurație complicată, cu scopul de a se evita formarea tensiunilor interne și a deformațiilor rezultate prin călire. Această călire se realizează prin încălzirea piesei la temperatura de călire, răcirea piesei într-o baie caldă (de metale topite, de săruri sau de ulei) pînă ce piesa ia temperatura băii, urmată apoi de răcire într-un al doilea mediu (apă, aer liniștit). Temperatura băii se alege astfel, ca austenita aliajului să devină stabilă, adică pentru oțelurile carbon deasupra punctului martensitic, iar pentru oțelurile aliate în zona limită dintre perlită și martensită.

c. **Călirea izotermă** este călirea la temperatură constantă. După încălzirea pieselor la temperapra de călire, răcirea se face într-un mediu încălzit, pînă la aproximativ 200°C. Prin alegerea convenabilă a temperaturii mediului de răcire, se poate obține transformarea austenitei în una din structurile: martensită, troostită sau sorbită. Structura martensitică se alege de obicei pentru scule din oțel rapid, rulmenți cu bile, roți dințate etc.

Troostita și sorbita sînt mai tenace decît martensita și nu necesită un tratament de revenire după călire.

Călirea izotermă se aplică pieselor subțiri din oțel carbon și chiar pieselor masive din oțeluri aliate; se mai folosește și pentru călirea matrițelor, pilelor, arcurilor, țevilor etc.

d. **Călirea superficială la flacără (cu gaze)** constă în durificarea stratului de la suprafața unei piese din aliaj feros prin încălzirea suprafeței la temperatura de călire, cu ajutorul unei flăcări de gaz, după care urmează imediat un jet de apă pentru răcire bruscă (fig. 18.2). Acest procedeu de călire se folosește, de exemplu, la roțile dințate de dimensiuni mari, ale căror suprafețe sînt foarte expuse la uzură.

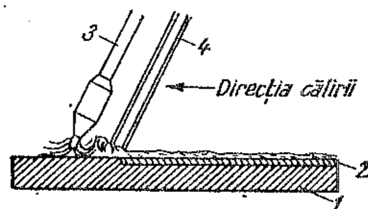


Fig. 18.2. Schema călirii superficiale la flacără:

1 — piesă; 2 — stratul superficial călit; 3 — arzător pentru încălzire; 4 — tub pentru jetul de apă.

e. **Călirea superficială prin inducție** se realizează prin plasarea piesei într-un cîmp magnetic alternativ de înaltă frecvență, urmată imediat de o răcire bruscă. În masa piesei se induce astfel un curent alternativ, puternic la suprafață și slab în adîncime, din cauză că temperatura de călire se obține numai la suprafața piesei (fig. 18.3.)

Prin reglarea intensității și frecvenței curentului, precum și a duratei se poate regla grosimea stratului călit (de la fracțiuni de milimetru pînă la zeci de milimetri).

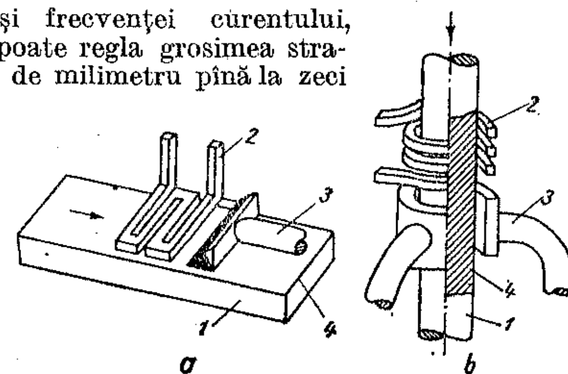


Fig. 18.3. Schema călirii superficiale prin inducție:
a — piesă plată; b — piesă cilindrică; 1 — piesă; 2 — inductor; 3 — jet de apă pentru răcire; 4 — strat superficial, călit.

2.1.2.2. *Tratament la temperaturi sub 0°C.* Acest tratament termic se aplică în general cu scopul de a transforma austenita reziduală în martensită. Tratarea oțelului prin această metodă se face după călire sau după îmbunătățire, într-un mediu răcit sub zero°C (de la —70°C pînă la —200°C) timp de 60—120 minute.

Ca mediu de răcire se folosesc: zăpadă carbonică, aer lichid azot lichid sau oxigen lichid.

Piesele cu forme complicate necesită pentru detensionare o revenire la temperaturi joase, înaintea răcirii sub 0° și o răcire treptată, de exemplu, la început pînă la temperatura de —20°C.

Pentru evitarea exploziilor, piesele trebuie să fie lipsite de orice urmă de ulei atunci cînd se introduc în mediul de răcire.

Acest tratament prezintă deosebite avantaje, în special pentru sculele din oțel rapid, deoarece le mărește duritatea și rezistența la uzură, fără a produce deformații.

2.1.3. **Revenirea.** Revenirea are ca scop să transforme structura martensitică a pieselor călite într-o structură mai stabilă, de obicei în sorbită. Acest tratament se realizează, practic, prin încălzirea oțelurilor călite la temperaturi inferioare punctului inferior de transformare A_{c1}, urmată de o răcire cu viteză adecvată. Prin revenire se urmărește eliminarea sau reducerea tensiunilor interne dezvoltate în oțeluri prin călire; totodată se mai obține o micșorare a fragilității și o mărire a tenacității.

2.1.3.1. *Procedee de revenire.* După temperatura la care se efectuează revenirile, acestea se clasifică în reveniri înalte și reveniri joase.

a. **Revenire înaltă** se obține încălzind piesa la temperaturi pînă în apropierea punctului A_{c1} (500—700°C) cu menținerea la această temperatură (în general cîteva ore) și răcire cu orice viteză pentru oțelurile care nu sînt sensibile (în privința fragilității) la viteza de răcire; pentru oțelurile care pot deveni fragile prin revenire, cum sînt oțelurile aliate, se aplică, o răcire accelerată în ulei sau apă. Prin acest

tratament se obţine o structură sorbitică, care corespunde, de obicei, pentru organe de maşini. Revenirea înaltă se mai foloseşte şi după călirea oţelurilor bogat aliate, cum sînt, de exemplu, oţelurile rapide pentru scule.

Ansamblul călirii şi revenirii înalte a oţelurilor constituie tratamentul de îmbunătăţire a oţelurilor.

b. **Revenirea joasă.** se obţine prin încălzirea pieselor la temperaturi imediat sub punctul martensitic (180—250°C), menţinerea la aceste temperaturi şi răcire cu orice viteză, de obicei în aer liber. Ea are ca scop să menţină structura martensitică şi să micşoreze tensiunile interne produse după călirea pieselor de oţel carbon şi oţel aliat de scule, supuse cementării, cianurării şi călirii superficiale. Durata menţinerii la temperatura de revenire variază de la o jumătate de oră pînă la cîteva ore.

c. **Revenirea multiplă** se caracterizează prin repetarea multiplă (de 2—4 ori) a încălzirii pînă la o temperatură dată, cu răcire ulterioară completă; prin aceasta are loc o transformare mai completă a austenitei reziduale.

Acest tratament se aplică de obicei sculelor aşchietoare din oţel rapid, pentru mărirea durităţii şi a rezistenţei la uzură.

2.1.4. **Îmbătrînirea.** Îmbătrînirea este un fenomen evolutiv, natural, de obicei de lungă durată, datorită căruia un material metalic ajunge la modificarea anumitor caracteristici fizico-mecanice.

Maturizarea (îmbătrînirea artificială) are ca scop accelerarea efectului îmbătrînirii la o temperatură de 100—200°C.

2.2. TRATAMENTE TERMOCHIMICE

Tratamentele termochimice constau în modificarea compoziţiei chimice a straturilor superficiale de metal ale pieselor prin difuziunea unor elemente, (de exemplu, carbon, azot, aluminiu, crom etc.) la temperaturi înalte, cu scopul de a se obţine fie o duritate mai mare a suprafeţei, fie o rezistenţă mai mare la coroziune sau la uzură, cu menţinerea plasticităţii şi a tenacităţii miezului.

Dintre tratamentele termochimice mai importante se menţionează: carburarea, nitrurarea, cianurarea şi alitarea.

2.2.1. **Cementarea.** Cementarea constă în îmbogăţirea în carbon a stratului de la suprafaţa unei piese din aliaj feros, prin încălzirea menţiunerea ei la o temperatură superioară zonei de transformare, într-un mediu carburant solid, lichid, sau gazos.

Pentru cementarea în mediu solid, piesa de oţel se împachetează într-un mediu carburant solid (cărbune de cementare) şi apoi se încălzeşte într-un cuptor la o temperatură ridicată.

Cementarea se aplică pieselor de oţel cu conţinut redus de carbon (0,1—0,25%), care trebuie să aibă miezul tenace, iar suprafaţa dură şi rezistenţa la uzură.

Piesele cementate au în stratul de la suprafaţa un conţinut mare de carbon (0,8—1,0%). Prin călirea piesei partea exterioară devine dură, în timp ce miezul rămîne tenace, din cauza conţinutului redus de carbon.

Dintre piesele supuse în acest scop cementării indicăm: diferiţi arbori, glisiere, pivoţi etc.

Porţiunile din piesă care nu trebuie cementate se ung cu argilă refractară amestecată cu 5—10% praf de azbest sau se arămesc în băi speciale de galvanizare.

După cementare urmează călirea în apă a stratului exterior cementat, la temperatura de 760—780°C, şi revenirea la temperatura de 150—200°C pentru eliminarea tensiunilor interne.

Cementarea în mediu carburant lichid se realizează prin încălzirea pieselor de oţel în săruri topite, care conţin în compoziţia lor NaCN.

Cementarea în mediu gazos se realizează prin încălzirea pieselor de oţel într-un mediu carburant gazos: în gaz metan (gaze naturale), gaz de gazogen, gaz de iluminat etc.

2.2.2. **Nitrurarea.** Nitrurarea (azotarea) constă în saturarea suprafeţei piesei cu azot. Spre deosebire de cementare, după nitrurare nu mai este necesară călirea. La nitrurare nu se pot folosi decît anumite oţeluri, dintre care cele mai întrebuinţate sînt oţelurile crom-aluminiu şi crom-vanadiu.

Prelucrarea pieselor supuse nitrurării trebuie executată înaintea nitrurării. După nitrurare se face numai rectificarea finală a pieselor.

Duritatea pieselor nitrurate ajunge pînă la 1 200 unităţi Vickers, deci este superioară durităţii pieselor cementate.

Tratamentul termic prin nitrurare este mult utilizat pentru piesele din industriile de automobile şi avioane; de asemenea, se utilizează la fabricaţia de rulmenţi, calibre, piese de maşini-unelte (cum sînt arborii principali) etc.

Nitrurarea a fost extinsă şi pentru unele piese din fontă, realizîndu-se o creştere a durităţii la suprafaţa pieselor pînă la 1 000 unitţiă Vickers.

2.3.2. **Cianurarea.** Cianurarea este tratamentul termochimic prin care suprafaţa unei piese din aliaj feros se saturează simultan cu carbon şi azot la o temperatură superioară sau inferioară punctului de transformare A_{c3}.

Cianurarea se efectuează în mediu lichid (amestec de cianuri topite cu săruri topite de carbonat de sodiu, clorură de sodiu etc.); în cazul că se foloseşte un mediu gazos, se cheamă *carbonitrurarea*.

Prin cianurarea pieselor se urmăreşte îmbunătăţirea proprietăţilor mecanice şi în special a rezistenţei la uzură.

2.2.4. **Aluminizarea.** Aluminizarea (alitarea, calorizarea) este tratamentul termochimic care constă din difuzarea aluminiului activ, în stratul superficial al unei piese din aliaj feros. Uneori, pentru aluminizare, piesele din oţel se introduc în prealabil într-o baie de aluminiu topit, la temperatura de 750—800°C.

3. TRATAMENTUL TERMIC AL SCULELOR AŞCHIETOARE

Calitatea sculelor aşchietoare este determinată de durata de aşchiere, adică de rezistenţa lor la uzură şi proprietatea de a-şi păstra muchiile tăietoare în bună stare, timp îndelungat.

Aceste caracteristici se pot obţine prin alegerea unui material corespunzător, a unei tehnologii de fabricaţie corecte, dar mai cu seamă prin efectuarea unui tratament termic corect.

În general, pentru tratamentul termic corect al sculelor aşchietoare este necesar să se respecte prescripţiile indicate în standardul oţelului ales sau cele date de fabrica furnizoare în ceea ce priveşte: temperaturile, duratele, vitezele de încălzire şi de răcire, precum şi mediile de încălzire şi răcire ale acestor oţeluri pentru diferitele tratamente la care acestea sînt supuse, după scopul urmărit.

La confecţionarea sculelor aşchietoare sînt folosite în mod curent oţelurile carbon pentru scule: OSC 10 şi OSC 12 (STAS 1700-71).

Călirea acestor oţeluri se execută încălzind sculele la temperaturile de călire şi răcindu-le în apă (sculele cu secţiune mare) sau în ulei (sculele cu secţiune redusă). Temperaturile de călire variază între 760 şi 780°C la oţelurile OSC 10 şi OSC 12. Încălzirile optime sînt cele efectuate în băi cu plumb, băi cu săruri sau prin curenţi de înaltă frecvenţă.

3.1. TRATAMENTUL TERMIC AL SCULELOR DIN OŢELURI CARBON PENTRU SCULE

Revenirea sculelor din oţel OSC 10 şi OSC 12 se face prin încălzire la temperaturi între 150 şi 300°C şi răcire în aer.

Tarozii din oţel OSC 12 se încălzesc în băi cu săruri, băi de plumb topit şi instalaţii cu curenţi de înaltă frecvenţă. Pentru evitarea deformării, tarozii cu diametre pînă la 8 mm se încălzesc numai în băi de plumb topit. Pentru răcirea după călire, se recomandă băile de silitră.

Burghiele cu diametre pînă la 3 mm din oţeluri OSC 10 şi OSC 12 se încălzesc, de obicei, în băi de plumb topit pînă la temperaturile de călire ale oţelurilor respective şi apoi se răcesc repede în băi de ulei. Burghiele cu diametre între 3 şi 10 mm se răcesc fie în ulei fierbinte, fie în silitră, avînd temperatura de 170 — 220°C.

Alezoarele cu diametre între 6 şi 8 mm din oţel de scule OSC12 se supun călirii în trepte, prin încălzire în baie de plumb topit sau în baie cu săruri şi prin răcire în baie cu silitră la temperatura de 170 — 220°C, urmată de răcire în aer.

Alezoarele cu diametre de 10 — 50 mm se încălzesc în băi cu săruri sau băi de plumb topit şi se supun unei căliri în trepte, răcindu-se iniţial în apă, apoi în ulei. În baia cu apă se introduce de obicei şi sare de bucătărie (5 — 10%).

Revenirea tarozilor, burghielor şi alezoarelor se face după procedeul descris mai sus.

Toate sculele, executate din oţel carbon pentru scule OSC 10 şi OSC 12, trebuie să aibă după călire o duritate $HRC \approx 63$. După revenire, duritatea acestor scule trebuie să aibă valoarea indicată în tabela 18.1.

Tabela 18.1. **Duritatea după revenire a unor scule din oţel carbon**

Denumirea sculei	Duritatea *HRC*
Burghie cu diametrul de 0,25—3,0 mm	58—60
Burghie cu diametrul de 3,1—5,0 mm	59—62
Burghie cu diametrul peste 5 mm	peste 60
Alezoare cu diametrul de 3—6 mm	59—62
Alezoare cu diametrul de 7—14 mm	60—62
Alezoare cu diametrul peste 14 mm	61—62
Tarozi cu diametrul de 6 mm	58—62
Tarozi cu diametrul de 7—10 mm	59—62
Tarozi cu diametrul peste 10 mm	60—62

3.2. TRATAMENTUL TERMIC AL SCULELOR DIN OŢELURI ALIATE PENTRU SCULE

Tratamentele termice ale sculelor din oţeluri aliate de scule variază, în general, după calitatea oţelului folosit, adică după compoziţia chimică a acestuia. Pentru exemplificare se indică procesul tratamentului termic al cîtorva scule aşchietoare confecţionate din oţel aliat de scule.

Burghie elicoidale confecţionate din oţel aliat de scule 1,2% C + + 1% W (compoziţie chimică corespunzătoare mărcilor: SAW 4 şi Poldi SP).

Burghiele *elicoidale* cu diametre pînă la 3 mm se încălzesc iniţial la o temperatură de 300°C şi apoi se cufundă în poziţie verticală într-o

baie de săruri (60% clorură de bariu + 40% clorură potasiu), în care se încălzesc la circa 760 — 770°C în aproximativ 1 1/2 min. Din baia de săruri burghiele sînt trecute într-o baie cu apă conţinînd 10% sare de bucătărie.

Burghiele *elicoidale* cu diametre peste 8 mm se preîncălzesc la circa 300°C în camera de preîncălzire a cuptorului de călire, apoi se introduc în a doua cameră în care, în timp de aproximativ 4 min. se încălzesc la temperatura de 770 — 780°C; urmează răcirea într-o baie cu apă conţinînd 10% sare de bucătărie, în care burghiele sînt deplasate încet în direcţie verticală pînă la răcirea lor completă.

După călirea burghielor urmează operaţia de revenire, care se efectuează prin introducerea acestora într-o baie de ulei încălzită la 180 — 200°C, în care se menţin timp de 1 — 2 ore; după aceasta burghiele se răcesc în aer liber.

Duritatea burghielor după călire trebuie să fie $HRC = 65$, iar după revenire $HRC = 64 - 64{,}5$.

Tarozi de maşină confecţionaţi din oţel aliat de scule nedeformabil la călire, cu circa 0,9%C + 0,15%V + 1,9%Mn + 0,25% Si (compoziţie chimică corespunzătoare oţelurilor: Poldi stabil etc.).

Călirea se efectuează încălzind în prealabil tarozii timp de 35 min la temperatura de 650°C, după care se ţin timp de 12 min în a doua cameră a cuptorului pentru a ajunge la temperatura acestuia, de 770°C. După ce se menţin la această temperatură timp de 5 min, se răcesc într-o baie de ulei în care se mişcă de sus în jos pînă la răcirea completă.

Pentru revenire, tarozii se fierb aproximativ 2 ore în ulei la circa 180°C.

Duritatea tarozilor după călire trebuie să fie circa $HRC = 65$, iar după revenire $HRC = 62 - 63$.

Filiere confecţionate din oţel aliat de scule cu circa 1,0%C + + circa 1,2%W (compoziţie chimică corespunzătoare oţelului Poldi SST).

Călirea filierelor se realizează prin încălzirea acestora într-o baie de săruri (60% clorură de bariu + 40% clorură de potasiu) pînă la aproximativ 770°C, după care urmează răcirea într-o baie cu apă sărată încălzită la 25°C.

Revenirea se efectuează prin menţinerea filierelor timp de o oră într-o baie de ulei încălzită la temperatura de 250 — 260°C.

Duritatea filierelor după revenire trebuie să fie $HRC = 60$.

3.3. TRATAMENTUL TERMIC AL SCULELOR DIN OŢEL RAPID

Temperaturile de călire ale oţelurilor rapide variază, în general, între 1 230 şi 1 320°C. Pentru a se ajunge la această temperatură, oţelurile rapide se preîncălzesc iniţial la temperatura de 500 — 900°C.

După aceasta sculele se introduc în cuptorul cu temperatura de călire, unde încălzirea la temperatura cuptorului trebuie să se facă în timp foarte scurt.

Durata de încălzire finală se socoteşte la 2 min pentru un centimetru din diametrul sculei, iar durata menţinerii sculelor la temperatura de călire pentru burghie, alezoare, zencuitoare, tarozi etc., 1 — — 1,2 min pentru un centimetru din diametrul sculelor, independent de forma acestora.

Pentru răcire se recomandă folosirea uleiului încălzit între 20 şi 100°C numai pentru burghie mici şi scule cu forme simple (de exemplu, cuţite demontabile pentru scule asamblate).

Pentru celelalte scule, răcirea trebuie să se facă în băi cu săruri topite. O primă răcire se recomandă a se face în băi de azotat de potasiu topit, avînd temperatura de 400 — 500°C şi apoi o răcire în aer staţionar.

Revenirea sculelor din oţeluri rapide constă în încălzirea acestora la temperatura de 550°C şi menţinerea la această temperatură timp de o oră, după care urmează răcirea pînă la temperatura camerei. Pentru transformarea completă a austenitei reziduale se recomandă repetarea revenirii de 2 — 4 ori.

Duritatea oţelurilor rapide după călire trebuie să fie $HRC = 62 - 65$.

Urmează cîteva exemple de tratamente termice pentru scule din oţel rapid.

Cuţitul de strunjit filetul interior din oţel rapid cu wolfram şi vanadiu (circa 1,5% V). După ce se forjează forma necesară cuţitului, din materialul încălzit la circa 1 200°C într-un cuptor electric sau cu gaze, se efectuează recoacerea.

Pentru recoacere cuţitele forjate sînt introduse într-o cutie metalică cu cocs ars, al cărei capac se lipeşte cu lut. Cutia cu aceste scule se încălzeşte timp de 2 ore într-un cuptor pînă se ajunge la temperatura de 800 — 820°C şi se menţine la această temperatură o oră; după aceasta cutia se îngroapă în cenuşă uscată, unde se lasă să se răcească încet.

Călirea cuţitelor recoapte se face într-un cuptor electric sau încălzit cu gaz; în circa 4 min se încălzeşte tăişul încet, în prima cameră a cuptorului pînă la 900°C şi apoi într-un minut se aduce cuţitul la temperatura de 1 300°C în a doua cameră a cuptorului.

Răcirea se execută în ulei prin mişcarea în cerc a cuţitului timp de 30 s, după care se lasă să se răcească complet, în ulei.

Revenirea se obţine prin încălzire la temperaturi între 570 şi 590°C în săruri topite, urmînd apoi răcirea în aer liber.

Duritatea cuţitului trebuie să fie $HRC = 65$.

Alezoarele, adîncitoarele, tarozii şi *frezele cu coadă* se introduc după preîncălzire în cuptoare cu cameră sau în băi cu săruri topite, încălzite la temperatura de călire.

Frezele cu gaură se preîncălzesc iniţial în cuptoare cu cameră, la temperatura de 830 — 860°C; încălzirea definitivă se efectuează în a doua cameră, încălzită la 1250°C, unde după 15 min se urcă temperatura la 1280°C. După 10 min urmează răcirea într-un curent de aer, suflat cu presiune, în care freza se roteşte pînă la răcirea completă.

Pentru frezele de dimensiuni mari este necesară o primă preîncălzire la 500 — 650°C şi a doua preîncălzire la 830 — 860°C.

În tabelele 18.2 — 18.5 sînt prezentate cîteva date importante în legătură cu tratamentele termice.

Tabela 18.2. **Săruri pentru băile de călire şi revenire**

Compoziţia sărurilor	Temperatura de topire °C	Temperatura practică de utilizare °C
Clorură de bariu 50% + clorură de sodiu 30% + borax 8% + clorură de magneziu 3%	—	750—1400
Cianură (10—20%) + clorură de sodiu (40—45%) + carbonat de sodiu (40—45%)	—	730—920
Clorură de sodiu 44% + clorură de potasiu 56%	665	700—875
Clorură de sodiu 22% + clorură de bariu 78%	635	675—900
Clorură de sodiu 35% + carbonat de sodiu 65%	620	650—815
Clorură de calciu 50% + clorură de bariu 50%	600	650—900
Carbonat de sodiu 50% + clorură de potasiu 50%	560	600—815
Clorură de sodiu 50% + carbonat de calciu 50%	560	600—815
Clorură de sodiu 28% + clorură de calciu 72%	540	550—870
Azotat de sodiu 100%	317	520—600
Azotat de sodiu 55% + azotit de sodiu 45%	220	225—500
Azotat de potasiu 55% + azotit de sodiu 45%	137	150—430

Tabela 18.3. **Metale şi aliaje pentru băi de revenire**

Compoziţia	Temperatur de topire °C	Temperatură de folosire °C
100% Pb tehnic pur	327	335—930
100% Sn tehnic pur	232	240—1000
63% Sn + 37% Pb	183	190— 350
91% Sn + 9% Zn	200	205— 400
32,5% Sn + 67,5 Pb	225	245— 400
15% Sn + 85% Pb	280	300— 500

Tabela 18.4. **Medii de răcire**

Felul răcirii	Mediul de răcire
Răcire înceată	Ulei mineral Ulei de rapiţă Petrol Lapte de var
Răcire rapidă	Apă acidulată 2% Acid clorhidric Acid sulfuric Apă
Răcire foarte rapidă	Apă + 12% clorură de calciu Apă + 12% clorură de amoniu Apă + 12% clorură de sodiu
Răcire specială (la unele oţeluri rapide)	Aer liniştit Curent de aer

Tabela 18.5. **Viteza de răcire a oţelurilor în diferite medii de răcire**

Mediul de răcire	Viteza de răcire în °C/s în intervalul de temperatură 650-550°C	300-200°C
Apă la 18°C	600	270
Apă la 28°C	500	270
Apă la 50°C	100	270
Soluţie de 10% sodă caustică în apă la 18°C	1 200	300
Soluţie de 10% clorură de sodiu în apă la 18°C	1 100	300
Soluţie de 10% sodă în apă la 18°C	800	270
Soluţie de 10% acid sulfuric în apă la 18°C	750	300
Apă distilată	250	200
Emulsie de ulei în apă	70	200
Soluţie de săpun	30	200
Ulei mineral de maşină	150	30
Ulei de transformator	120	25

Capitolul **19**

NOŢIUNI DE DESEN TEHNIC

1. PRINCIPII DE REPREZENTARE

1.1. LINII ÎN DESENUL INDUSTRIAL

Liniile folosite în desenul industrial (STAS 103—76) sînt: continue, întrerupte şi linie-punct (fig. 19.1), în trei clase de grosime (groase, mijlocii şi subţiri).

Liniile mijlocii au o grosime de 1/2 din grosimea liniei groase (grosime sau linie de bază), iar liniile subţiri, 1/4 din grosimea liniei de bază.

Liniile -punct încep şi se termină cu segmente.

Liniile continue groase se folosesc la reprezentarea conturului şi a muchiilor care se văd ale pieselor (fig. 19.2, *a*), cum şi conturul, suprafeţele care se prelucrează (în desenele tehnologice) (fig. 19.2, *b*) şi chenarele formatelor şi tabelelor.

Liniile continue subţiri se folosesc: pentru liniile de cotă, pentru desenarea secţiunilor suprapuse sau pentru conturul subansamblului în care se montează piesa.

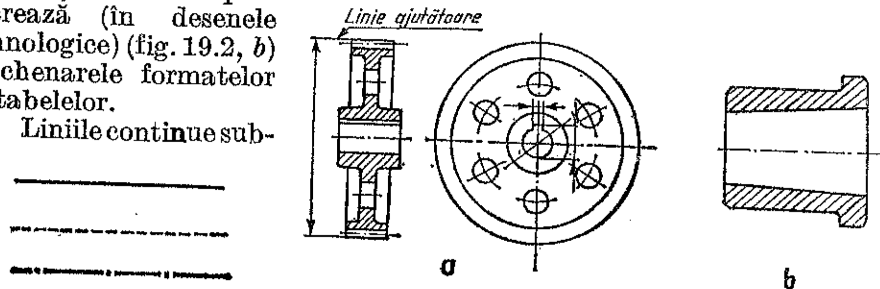


Fig. 19.1

Fig. 19.2

Tot cu o linie subţire continuă se indică diametrul fundului filetelor, în secţiune longitudinală şi frontală (STAS 700-69), cum şi rupturile.

Linia întreruptă mijlocie se utilizează la indicarea contururilor şi muchiilor acoperite.

Linia-punct groasă se utilizează pentru indicarea conturului piesei finite, în cazul cînd este desenată piesa brută (fig. 19.3, *a*), pentru indicarea tratamentului de suprafaţă al unei piese (fig. 19,3,*b*), sau prin indicarea adaosurilor de prelucrare.

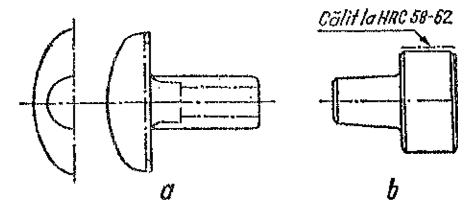


Fig. 19.3

Liniile-punct subţiri se mai folosesc pentru desenarea cercului de divizare şi a generatoarelor cilindrului sau conului de divizare al roţilor dinţate, cum şi la desenarea cilindrului de divizare al şuruburilor melc.

1.2. SECŢIONAREA PIESELOR

Secţionarea pieselor se face în regiunea în care se pot observa cele mai multe contururi interioare. Pentru piesele simetrice, secţiunea se face prin mijlocul lor. Se consideră că o piesă se taie în două prin axa ei şi se desenează numai jumătatea din spate, cea din faţă considerînd-o înlăturată. La piesele complicate se fac mai multe secţiuni, arătîndu-se în acest caz planele după care s-au făcut secţiunile.

Secţiunile pot fi longitudinale, laterale sau transversale.

Piese ce nu se secţionează; niturile, piuliţele, ştifturile, arborii şi osiile, bielele, mînerele, tijele etc. De asemenea nu se secţionează anumite părţi ale pieselor, chiar dacă planul de secţionare trece prin lor (spiţele roţilor, nervurile, aripile, tabeléle). Uneori, la axe, bolţuri etc. se execută numai pe o anumită porţiune secţiuni în sens longitudinal, pentru a face vizibile anumite linii, de exemplu, forma unui canal de pană.

Secţiunile propriu-zise pot fi de mai multe feluri:

— secţiune obişnuită (fig. 19.4);

— secţiune deplasată, desenată în afara conturului piesei, dar se află cu axa în lungul traseului de secţionare;

— secţiune suprapusă, cînd este suprapusă pe vederea piesei (fig. 19.5);

— secţiune intercalată, cînd secţiunea se intercalează în intervalu rupturii (fig. 19.6);

— secţiune înclinată, cînd secţiunea se face de o parte şi de alta a vederii, în lungul traseului de secţionare (fig. 19.7).

Secţiunile deplasate, suprapuse şi intercalate nu se rotesc, ci se desenează în poziţia în care se proiectează.

Traseul de secţionare se indică prin linie-punct subţire, avînd la capetele traseului cîte o linie groasă pe care se sprijină săgeata ce indică direcţia de proiectare. Deasupra săgeţii se notează prin litere majuscule

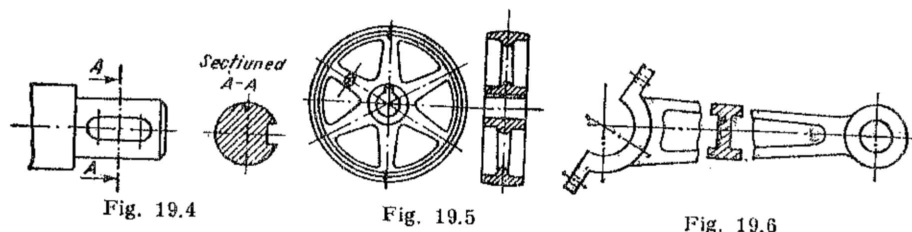
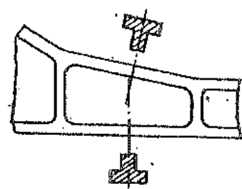


Fig. 19.4 Fig. 19.5 Fig. 19.6



Big. 19.7

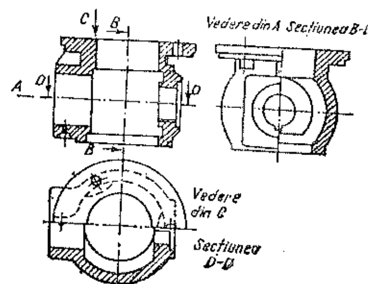


Fig. 19.8

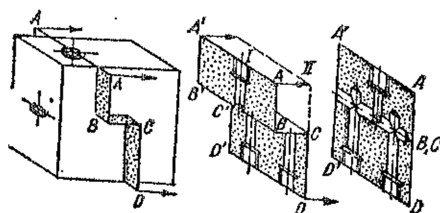


Fig. 19.9

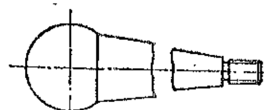


Fig- 19.10

secțiunea. Deasupra secțiunii propriu-zise se scrie cuvîntul Secțiunea și literele cu care s-a notat traseul respectiv. (fig. 19.8).

În cazul pieselor simetrice față de o axă, se poate desena jumătate din proiecția piesei în secțiune și jumătate în vedere.

Cînd piesele au în interior găuri și cavități în diferite plane paralele sau înclinate, se execută secțiuni frînte (fig. 19.9).

1.3. REPREZENTAREA CU RUPTURĂ A PIESELOR

Rupturile constau în îndepărtarea unei părți din piesă, cu scopul de a arăta un detaliu important, sau pentru scurtarea ei, în cazul pieselor lungi cu porțiuni uniforme (fig. 19.10).

Ruptura se desenează cu mîna liberă. Grosimea liniei care arată ruptura va fi 1/4 din grosimea liniilor care reprezintă conturul.

1.4. HAȘURAREA PIESELOR

Părțile secționare se hașurează. Hașurarea se face cu linii înclinate la 45°, în același sens și egal distanțate.

Cînd într-un desen sînt mai multe piese asamblate, secțiunile diferitelor piese se hașurează diferit pentru fiecare piesă în parte (fig. 19.11). Piesele nemetalice se hașurează în dublu sens (fig. 19.12, *c*)

În figurile 19.12 *a* și 19.12, *b* sînt reprezentate piese cu filet.

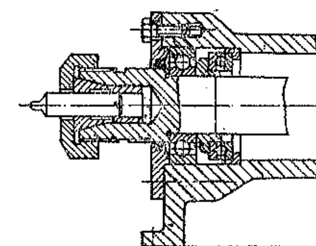


Fig. 19.11

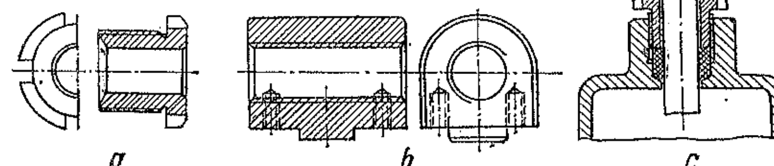


Fig. 19.12

1.5. REPREZENTĂRI SIMPLIFICATE

Piesele care sînt simetrice față de una, două sau trei axe, vor putea fi reprezentate simplificat. Un astfel de exemplu este indicat în fig. 19.13, care reprezintă o piesă într-o singură vedere; partea cu secțiunea circulară este indicată prin simbolul Ø care înseamnă diametru, iar partea cu secțiunea pătrată prin două diagonale întretăiate. Un alt exemplu este dat în fig. 19.14 care reprezintă un ax la care s-a desenat în interiorul vederii o secțiune din care rezultă adîncimea și lățimea canalului de pană.

În unele cazuri, se pot folosi și reprezentări convenționale. Ca exemple

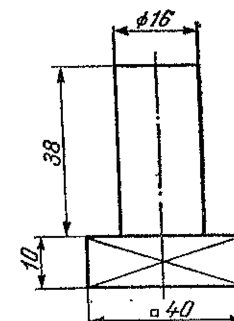


Fig. 19.13

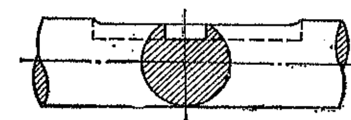
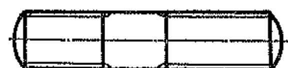
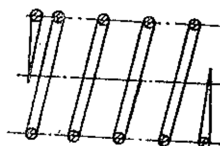


Fig. 19.14


Fig. 19.15


Fig. 19.16

În fig. 19.15 este arătată reprezentarea convenţională a filetului la un şurub prizonier, iar în figura 19.16 — reprezentarea convenţională a unui arc.

2. ÎNSCRIEREA COTELOR ŞI TOLERANŢELOR PE DESEN

2.1. ÎNSCRIEREA COTELOR

Un desen trebuie să cprindă toate datele şi dimensiunile necesare executării piesei.

Cotele trebuie să fie scrise clar şi vizibil. Nu pot fi utilizate ca linii de cote axele şi muchiile.

Cotele se scriu la o distanţă de 1 — 2 mm deasupra liniilor de cotă, de preferinţă spre mijlocul lor şi decalate consecutiv una faţă de cealaltă (fig. 19.17 şi fig. 19.18). Pentru desenele din cărţile tehnice cotele

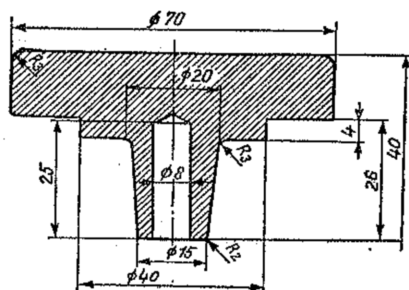
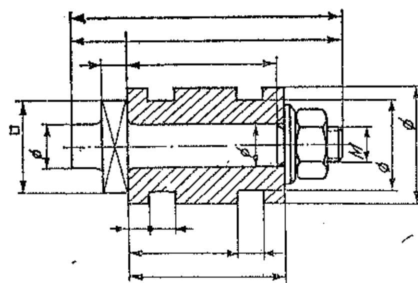


Fig. 19.17


Fig. 19.18

pot fi scrise în aceeaşi linie cu linia de cotă, care este întreruptă în acest scop. Liniile ajutătoare sînt, în general, perpendiculare pe liniile de cotă. În unele cazuri acestea sînt înclinate pe liniile de cotă.

Toate cotele se dau în mm.

Cînd cota reprezintă un diametru, va fi însoţită de semnul convenţional al diametrului Ø. În interiorul cercurilor se scrie valoarea diametrului fără a se mai pune semnul convenţional.

În mod asemănător se scrie şi semnul convenţional al secţiunii pătrate □.

Cotarea unei raze este însoţită de semnul convenţional distinctiv pentru raze *r*, dacă nu este dat centrul arcului de cerc.

Cota diametrului unei sfere este însoţită de cuvîntul „sferă" (fig. 19.19).

Linia de cotă trebuie să fie paralelă cu muchia sau cu segmentul de muchie la care se referă.

Coarda, arcul şi unghiul se cotează ca în figura 19.20.

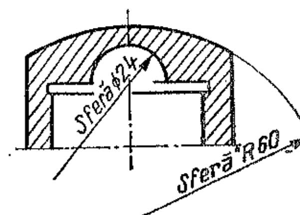


Fig.19.19

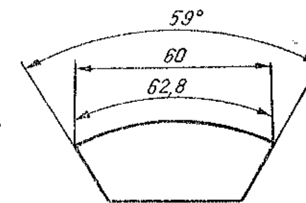


Fig.19.20

La piesele conice sau cu o înclinare faţă de una dintre muchiile lor trebuie scrisă pe desen valoarea conicităţii sau a înclinării. Inscripţia „conicitate" se scrie totdeauna pe axa piesei (fig. 19.21), iar inscripţia „înclinare" se scrie pe o muchie exterioară (fig. 19.22).

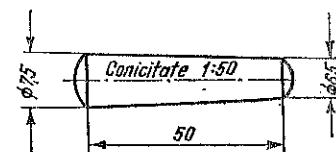


Fig. 19.21

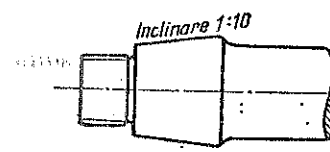


Fig. 19.22

2.2. ÎNSCRIEREA TOLERANŢELOR

2.2.1. Înscrierea toleranţelor la dimensiuni (STAS 6265-67). Toleranţele la dimensiunile interioare sau exterioare ale pieselor se pot indica pe desen prin simbolurile cîmpurilor de toleranţe sau prin valorile numerice ale abaterilor limită. Pe desenele de execuţie ale pieselor se recomandă ca toleranţele să fie înscrise prin valorile abaterilor limită.

2.2.1.1. *Înscrierea toleranţelor la dimensiuni liniare în desene de piese.* Toleranţa unei dimensiuni se înscrie imediat după cota care indică valoarea nominală a dimensiunii. Ea poate fi redată prin :



Fig. 19.23

— simbolul cîmpului de toleranţă, conform standardelor respective de toleranţe şi ajustaje ; simbolul se înscrie în rînd cu cota şi cu caractere de aceeaşi dimensiune nominală cu aceasta (fig. 19.23) ;

— valorile abaterilor limită : abaterea inferioară se înscrie în rînd cu cota, iar abaterea superioară deasupra abaterii inferioare (fig. 19.24) ;

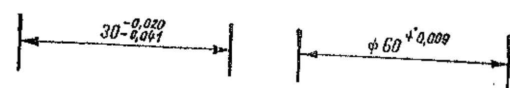


Fig. 19.24

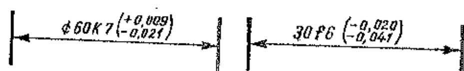


Fig. 19.25



Fig. 19.26 Fig. 19.27

— simbolul cîmpului de toleranţă, urmat de valoarele în mm ale abaterilor limită, înscrise între paranteze (fig. 19.25).

În cazul toleranţelor înscrise prin valorile abaterilor limită, abaterea limită nulă se înscrie prin cifra zero fără semn (fig. 19.26).

În cazul în care cîmpul de toleranţă este situat simetric faţă de dimensiunea nominală, valoarea abaterilor limită se înscrie o singură dată, în rînd cu cota şi precedată de semnul ± (fig. 19.27).

Dacă la o dimensiune este necesar sa se indice numai una dintre limite (superioară sau inferioară), cota va fi urmată de inscripţia: max. respectiv min. (fig. 19.28).

Orice ale indicaţii se înscriu pe desen prin menţiuni, fie în dreptul cotei la care se referă (fig. 19.29), fie la condiţiile tehnice în cîmpul desenului.

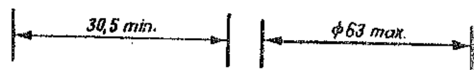


Fig. 19.28

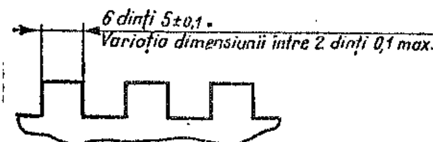


Fig. 19.29

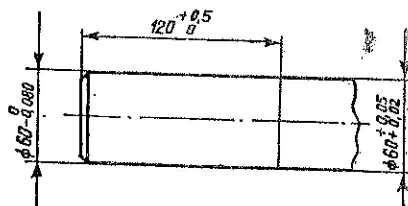


Fig. 19.30

Dacă un element al unei piese, avînd aceeaşi dimensiune nominală, are porţiuni cu abateri limită diferite, limitele dintre aceste porţiuni se reprezintă cu o linie continuă subţire, iar fiecare porţiune se cotează ca un element de sine stătător al piesei (fig. 19.30).

2.2.1.2. *Înscrierea toleranţelor la dimensiuni liniare în desene de ansamblu.* Toleranţele la dimensiunea nominală a ajustajului (a celor două piese reprezentate asamblate) pot fi înscrise, conform prescripţiilor de la subcapitolul anterior, astfel:

— prin simbolurile celor două cîmpuri de toleranţă, scrise sub formă de fracţie (cu linia de fracţie oblică sau orizontală), simbolul cîmpului de toleranţă al alezajului scriindu-se la numărător, iar al arborelui la numitor. Pe linia de fracţie orizontală simbolurile se scriu cu dimensiuni reduse (fig. 19.31);

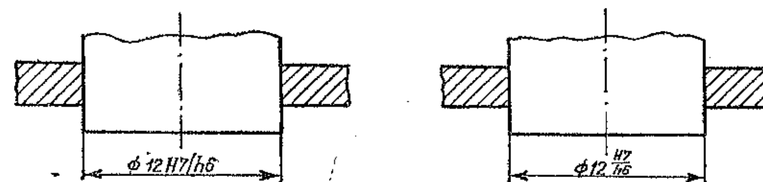


Fig. 19.31

— prin înscrierea de două ori a cotei, şi anume peste linia de cotă pentru alezaj şi sub linia de cotă pentru arbore, fiecare cotă fiind urmată de valorile abaterilor limită (fig. 19.32) şi precedentă de precizarea la care piesă se referă (prin denumire sau număr de poziţie);

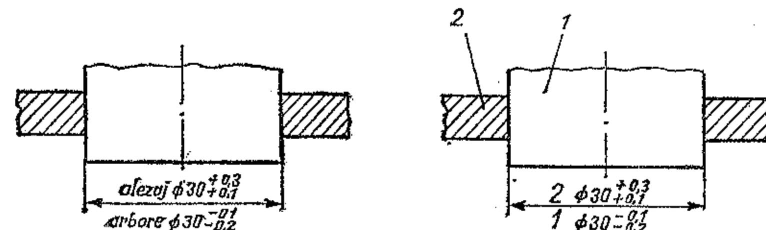


Fig. 19.32

— prin înscrierea de două ori a cotei (conform prescripţiilor de mai sus), fiecare cotă fiind urmată de simbolul cîmpului de toleranţă şi între paranteze, de valorile abaterilor limită (fig. 19.33).

2.2.1.3. Înscrierea toleranţelor la dimensiuni unghiulare. Abaterile limită ale dimensiunilor unghiulare, se înscriu pe desen prin valorile în grade, minute şi secunde (fig. 19.34 ... 19.36). Gradele şi minutele se exprimă în numere întregi. La gradele centezimale, valorile se înscriu sub formă de număr zecimal şi nu cu minute şi secunde (de exemplu: 65,25±0,1).

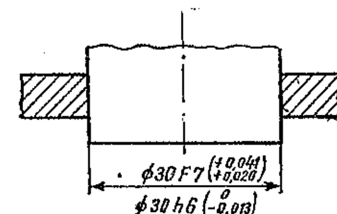


Fig. 19.33

2.2.2. **Înscrierea tolerantelor de formă şi de poziţie (STAS 7385-66).** Toleranţele de formă şi de poziţie se prescriu în documentaţia de bază numai dacă limitarea abaterilor respective este necesară pentru asigurarea calităţii piesei în utilizare (funcţionare, montaj etc.).

2.2.2.1. *Înscrierea datelor privind toleranţele de formă şi de poziţie.* Datele privind toleranţele de formă sau de poziţie se înscriu

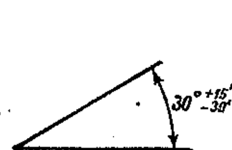


Fig. 19.34

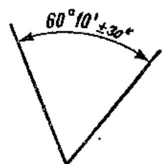


Fig. 19.35

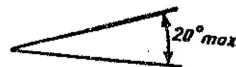


Fig. 19.36

într-un cadru dreptunghiular, împărțit după caz în două sau trei căsuțe, în care se trec, în ordinea arătată mai jos, următoarele date (fig. 19.37 și 19.38).

— simbolul toleranței (conform tabelelor 19.1 și 19.2);
— valoarea toleranței, în mm;
— litera de identificare a bazei de referință, dacă este necesar.

Datele privind toleranțele de formă și de poziție se înscriu cu cifre și litere avînd dimensiunea nominală egală cu cotele înscrise pe desen.



Fig. 19.37

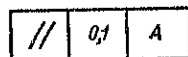


Fig 19.38

Dacă nu se specifică astfel, valoarea toleranței este valabilă pe toată lungimea profilului sau pentru toată suprafața pentru care este prescrisă.

Dacă pentru o suprafață se prescrie o toleranță de formă sau de poziție a profilului (la rectilinitate, la circularitate, la paralelism, a bătăii etc.) și nu se specifică altfel (nu se prescrie secțiunea de măsurare), toleranța se aplică oricărui profil paralele cu cel indicat de-a lungul suprafeței respective.

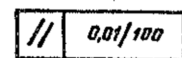


Fig. 19.39

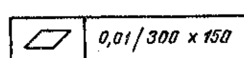


Fig. 19.40

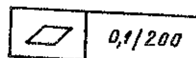


Fig. 19.41

Dacă toleranța este valabilă pe o lungime (suprafață) de referință dată și care se află în oricare loc al elementului verificat, dimensiunile lungimii (suprafețele) de referință se înscriu după valoarea toleranței și se separă de această printr-o linie înclinată (fig. 19.39 și 19.40). Dacă pentru o suprafață de referință se înscrie o singură dimensiune (fig. 19.41), aceasta se înțelege în două direcții reciproc perpendiculare oarecare.

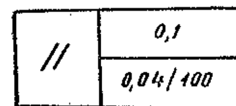


Fig. 19.42



Fig. 19.43

Dacă toleranța se prescrie pe toată lungime((suprafața) elementului verificat și este necesar să se limiteze totodată și toleranța pe o lungime (suprafață) de referință, dată, căsuța pentru valoarea toleranței se împarte în două și toleranța a doua se înscrie sub cea generală (fig. 19.42).

În cazul cînd zona toleranței este circulară sau cilindrică, valoarea toleranței se înscrie precedată de simbolul Ø (fig. 19.43). Cînd se prescriu

abateri limită de poziție, în locul toleranțelor de poziție, valoarea abaterii se înscrie precedată de litera R.



Fig. 144 Fig 19.45

Dacă nu se specifică astfel, toleranța de poziție prescrisă se consideră independentă.

Toleranțele de poziție dependente se notează prin litera M încercuită, înscrisă:

— după valoarea toleranței, dacă toleranța de poziție este dependentă de abaterile efective ale dimensiunii elementului la care se referă toleranța (fig. 19.44);

— după litera de identificare a bazei de referință, dacă toleranța de poziție este dependentă de abaterile efective ale dimensiunii bazei de referință (fig. 19.45);

— după valoarea toleranței și după litera de identificare a bazei de referință, dacă toleranța de poziție este dependentă atît de abaterile efectiv ale dimensiunii elementului tolerat, cît și de abaterile efective ale dimensiunii bazei de referință (fig. 19.46).

Cotele care determină poziția nominală a elementelor pentru care se prescriu tolera-

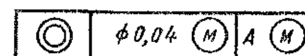


Fig. 19.46

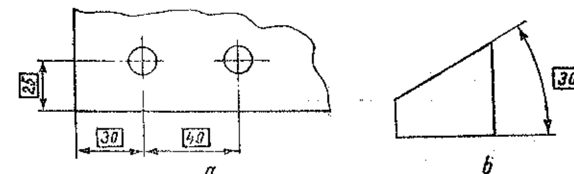
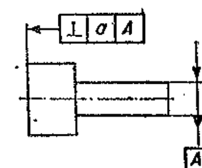


Fig. 19.47

nțele de poziție nu se tolerează dimensional, ci se înscriu încadrate (fig. 19.47, *a* și *b*). Dimensiunile efective corespunzătoare sînt limitate numai prin valorile toleranțelor de poziție prescrise.

În desene tabelare, toleranțele pot fi notate prin litere minuscule (de rînd) în a doua căsuță din cadru, valorile toleranțelor înscriindu-se în tabel (fig. 19.48).

În desene reprezentînd piese complexe, în scopul păstrării clarității desenului, elementele tolerante și bazele de referință pot fi notate prin litere majuscule e, toleranțele de formă și de poziție înscriindu-se tabelar sau sub forma de condiții tehnice în cîmpul desenului.



Varianta	a
1	0,1
2	0,25

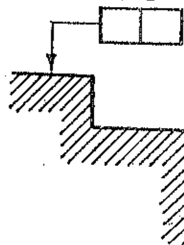
Fig 19.48

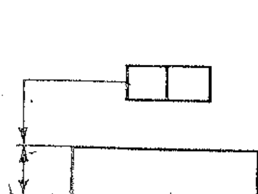
2.2.2.2. *Indicarea elementului la care se referă toleranța*. Cadrul cu datele privind toleranța de formă

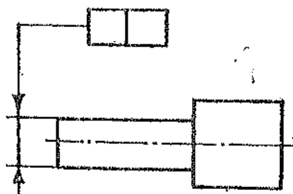
sau de poziţie se leagă de elementul la care se referă toleranţa printr-o linie de indicaţie terminată cu o săgeată. Linia de indicaţie poate fi frîntă.

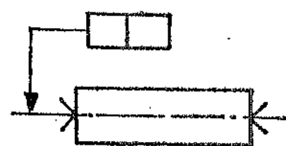
Capătul liniei de indicaţie prevăzut cu săgeată se sprijină :

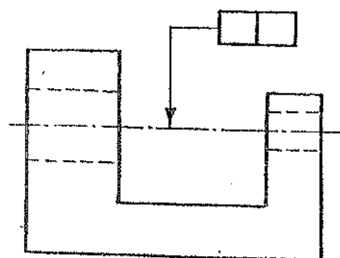
— pe linia de contur sau pe linia ajutătoare — dar nu în dreptul liniei de cotă, dacă toleranţa se referă la profilul sau suprafaţa respectivă (fig. 19.49);


Fig. 19.49


Fig. 19.50


Fig. 19.51


Fig. 19.52


Fig. 19.53

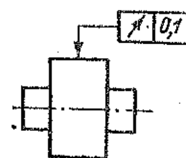


Fig. 19.54

— pe linia de contur sau pe linia ajutătoare, în prelungirea liniei de cotă, dacă toleranţa se referă la axa sau la planul de simetrie al întregii piese sau al elementului cotat, determinate ca axa sau planul de simetrie al suprafeţei (suprafeţelor) adiacente (fig. 19.50 şi 19.51);

— pe axa sau planul de simetrie al piesei sau al elementului cotat, determinate direct (de exemplu ca axa vîrfurilor de centrare), dacă toleranţa se referă la această axă sau la acest plan (fig. 19.52);

— pe axa comună sau planul de simetrie comun a două sau mai multe elemente (fig. 19.53).

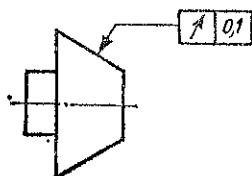


Fig. 19.55

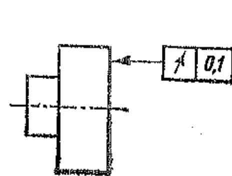


Fig. 19.56

Abaterea de formă sau de poziţie a elementului prevăzut cu toleranţă se măsoară în direcţie paralelă cu cea indicată de săgeată (fig. 19.54, 19.55, 19.56). Dacă zona toleranţei nu este circulară sau cilindrică, lăţimea ei este în direcţia săgeţii.

Dacă toleranţa de formă sau de poziţie se referă numai la o porţiune limitată a elementului, conturul acestei porţiuni se dublează cu o linie-punct groasă *P1*; poziţia şi dimensiunile ei se cotează (fig. 19.57);

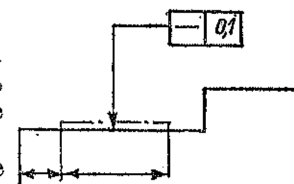


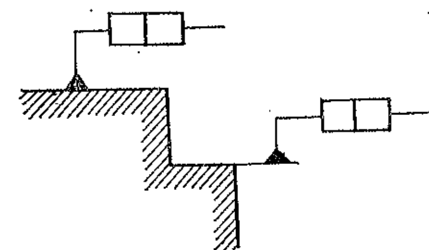
Fig. 19.57

2.2.2.3. *Indicarea bazei de referinţă.* Cadrul cu datele privind toleranţa de poziţie se leagă de baza de referinţă printr-o linie de indicaţie terminată cu un triunghi înnegrit.

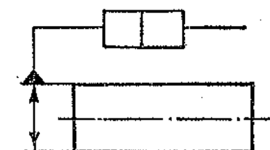
Triunghiul înnegrit de la capătul liniei de indicaţie se sprijină printr-o latură :

— pe linia de contur a piesei sau pe o linie ajutătoare — dar nu în dreptul liniei de cotă — dacă baza de referinţă este profilul sau suprafaţa respectivă (fig. 19.58);

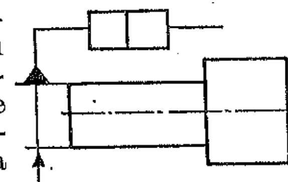
— pe linia contur sau pe linia ajutătoare, în dreptul liniei de cotă, dacă baza de referinţă este axa sau planul sde simetrie al întregului piese sau al elementului respectiv, determinate ca axa sau planul de simetrie al suprafeţei (suprafeţelor) adiacente (fig. 19.59, 19.60). Dacă săgeţile liniei de cotă se desenează în afara liniilor ajutătoare, triunghiul înnegrit înlocuieşte una din săgeţi (fig. 19.60).

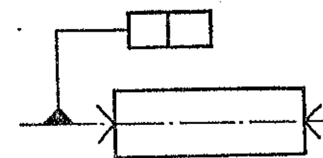

Fig. 19.58

— pe ax sau pe planul de simetrie al piesei sau al elementului determinate direct (de exemplu ca axa vîrfurilor de centrare), dacă această axă sau acest plan este baza de referinţă (fig. 19.61).


Fig. 19.59

În cazul în care cadrul nu poate fi legat de baza de referinţă fără a dăuna clarităţii desenului, baza de referinţă se notează cu o literă majusculă (diferită de cele folosite în acelaşi desen), înscrisă în apropierea bazei într-un cadru, care se leagă pe bază printr-o linie de indicaţie, terminată cu un triunghi înnegrit (fig. 19.62). Litera majusculă respectivă se înscrie şi în a treia căsuţă a


Fig. 19.60


Fig. 19.61

cadrului cu date privind toleranța de poziție respectivă (fig. 19.63).

În cazul în care pentru o toleranță de poziție nu este necesar să se precizeze care dintre cele două elemente corelate este baza de referință, triunghiul înnegrit se înlocuiește cu o săgeată (fig. 19.64, 19.65).

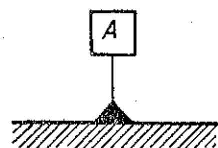


Fig. 19.62

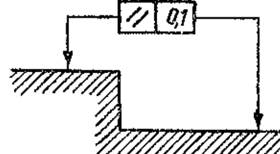


Fig. 19.63

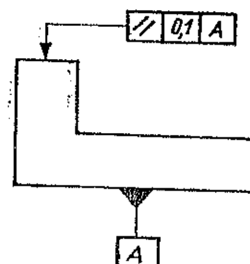


Fig. 19.64

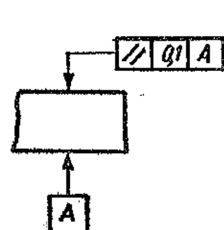


Fig. 19.65

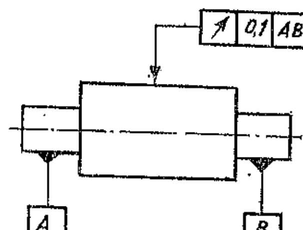


Fig. 19.66

Dacă baza de referință este axa comună sau planul de simetrie comun a două sau mai multe elemente, se indică toate aceste elemente. În cazul notării bazei de referință, prin litere, fiecare element se notează cu o literă diferită și literele se înscriu în a treia căsuță a cadrului respectiv (fig. 19.66).

3. SEMNE CONVENȚIONALE

Printre semnele convenționale folosite în desenul tehnic sînt: semnele convenționale de prelucrare, semnele convenționale pentru schemele cinematice, semne convenționale pentru înscrierea toleranțelor de formă și de poziție a suprafețelor și a liniilor etc.

Semnele convenționale de prelucrare se utilizează în desenul de execuție al unei piese, fie pentru a preciza rugozitatea suprafețelor, fie pentru a indica unele prelucrări speciale.

Rugozitatea suprafeței indicată pe desen reprezintă rugozitatea în stare finită (după tratamente termice, termochimice sau acoperiri galvanice, metalizate etc.), însă înainte de vopsire sau lăcuire.

În continuare, se dau indicații după STAS 612-75 asupra notării rugozitții suprafețelor în desenul industrial.

3.1. SIMBOLURI PENTRU NOTAREA STĂRII SUPRAFEȚEI

Pentru notarea stării suprafeței se utilizează un simbol de bază (fig. 19.67) sau *simbolurile derivate* ale acestuia (fig. 19.68 și 19.69).

Simbolurile se trasează cu linie continuă, de aceeași grosime cu linia utilizată pentru inscripționarea cotelor pe desenul respectiv, și au dimensiunile indicate în figura 19.67.

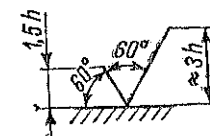


Fig. 19.67

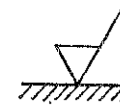


Fig. 19.68

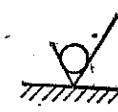


Fig. 19.69

Înălțimea h este egală cu dimensiunea nominală a scrierii utilizate pe desenul respectiv.

Simbolurile derivate sînt utilizate pentru a se indica din considerente funcționale:

— obligativitatea obținerii suprafeței respective printr-o operație finală de prelucrare cu îndepărtare de material (conform figurii 19.68);

— menținerea suprafeței respective în starea obținută prin stadiul precedent de fabricație (conform figurii 19.69).

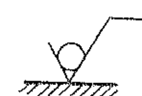
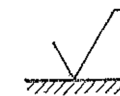
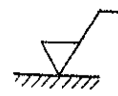




Fig. 19.70

În cazul în care în afara parametrului de profil este necesar a se înscrie și alte date privind starea suprafeței respective, simbolurile se competează cu un braț conform figurii 19.70).

3.2. INDICAREA DATELOR PRIVIND STAREA SUPRAFEȚELOR

a. Indicarea parametrilor de profil. *Parametrul de profil ales* (a) se indică prin înscrierea valorii numerice a acestuia, exprimată în μm, conform figurilor 19.71, 19.72 sau 19.73. Valoarea numerică astfel înscrisă reprezintă valoarea maximă admisibilă pentru suprafața respective.



Fig.19.71

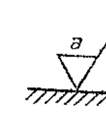


Fig.19.72



Fig.19.73

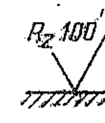


Fig.19.74

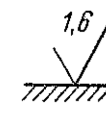


Fig.19.75

Valoarea numerică trebuie să fie precedentă de simbolul parametrului respectiv (fig. 19.74), cu excepția cazului în care parametrului ales este R_a (fig. 19.75).

În cazul cînd parametrul de profil este R_a, acesta se indică de preferință prin valoarea sa numerică (fig. 19.76) sau prin simbolul

clasei de rugozitate corespunzătoare (fig. 19.77), conform STAS 5730/2-75, pe un desen utilizîndu-se numai unul din cele două sisteme de notare menţionate.

În cazul în care este necesar a se indica valorile limită admisibile ale parametrului de profil respectiv, valoarea maximă (a_1) şi cea minimă (a_2) se înscriu conform figurilor 19.78—19.80, avîndu-se în vedere şi prevederile din cele două paragrafe anterioare.

Fig. 19.76 Fig. 19.77 Fig. 19.78 Fig. 19.79 Fig 19.80

Notarea conform figurii 19.71 ... 19.73 sau figurii 19.78 ... 19.80 se utilizează pentru a se simboliza că, din considerente funcţionale, starea suprafeţei specificată :

— nu implică nici un fel de limitare de către proiectant referitoare la procedeul de obţinere a acesteia (fig. 19.71 sau 19.78);
— implică obligativitatea obţinerii ei printr-o operaţie finală de prelucrare cu îndepărtare de material (fig. 19.72 sau 19.79);
— implică interdicţia obţinerii ei printr-o operaţie finală de prelucrare cu îndepărtare de material (fig. 19.73 sau 19.80).

În cazuri speciale, cînd este necesară indicarea mai multor parametri de profil, parametrul principal se înscrie conform regulilor de mai sus, ceilalţi parametri înscriindu-se, dacă este loc, în spaţiul marcat prin litera *b* în figura 19.81 sau în cîmpul desenului.

b. Indicarea altor date privind starea suprafeţei. *În cazul în care în afara parametrului de profil este necesară înscrierea unor date suplimentare* referitoare la starea suprafeţei respective, simbolurile conform fig. 19.70 se completează, după caz, aşa cum este indicat în schema conform figurii 19.81 şi exemplificat în figura 19.82 :

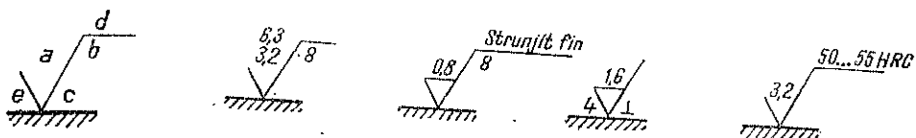


Fig. 19.81 Fig. 19.82

a — parametrul de profil;
b — valoarea numerică, exprimată în mm, a lungimii de bază corespunzătoare, dacă aceasta diferă de cea indicată în STAS 5730/2-75, sau alţi parametri de profil;
c — simbolul orientării neregularităţilor;

d — denumirea procedeului tehnologic, date privind tratamentul termic sau de suprafaţă, simbolizate conform standardelor corespunzătoare (în cazul unui spaţiu insuficient, datele privind tratamentul termic se înscriu în cîmpul desenului;
e — adaosul de prelucrare prescris, exprimat în mm.

Simbolurile pentru reprezentarea pe desen a orientării neregularităţilor sînt prezentate în tabela 19.1.

Tabela 19.1. **Simboluri pentru reprezentarea orientării neregularităţilor (STAS 612—75)**

Simbol	Orientarea neregularităţilor	Exemple
=	Paralelă cu planul de proiecţie a suprafeţei simbolizate	
⊥	Perpendiculară pe planul de proiecţie a suprafeţei simbolizate	
X	Încrucişat, înclinată faţă de planul de proiecţie a suprafeţei simbolizate	
M	În mai multe direcţii oarecare	
C	Aproximativ circulară şi concentrică faţă de centrul suprafeţei simbolizate	
R	Aproximativ radială faţă de centrul suprafeţei simbolizate	

3.3. REGULI DE ÎNSCRIERE PE DESEN A DATELOR PRIVIND STAREA SUPRAFEŢELOR

a. Datele privind starea unei suprafeţe. Acestea se înscriu o singură dată şi numai pe una din proiecţiile obiectului reprezentat, (vedere, secţiune) respectiv pe acea proiecţie pe care sînt cotate elementele dimensionale ale suprafeţei specificate.

b. Simbolurile pentru notarea stării suprafeţelor. Se amplasează, după caz, direct pe liniile de contur, pe linii ajutătoare trasate în prelungirea acestora sau prin intermediul unor linii ajutătoare terminate cu o săgeată (fig. 19.83).

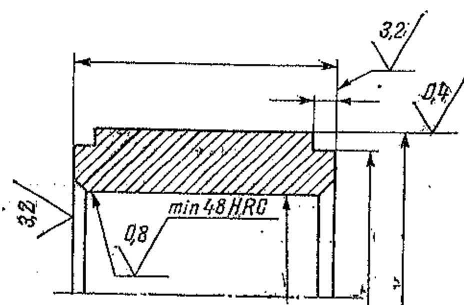


Fig. 19.83

Nu se admite amplasarea simbolurilor pe linii de contur acoperite (trasate cu linie întreruptă) sau pe linii de cotă, cu excepţia găurilor a căror reprezentare pe desen este de dimensiuni reduse, în care caz simbolul se amplasează înaintea cotei respective (fig. 19.84).

Vîrful simbolului, respectiv săgeata liniei ajutătoare, trebuie să fie orientate spre suprafaţa specificată (fig. 19.83 ... 19.85).

Amplasarea simbolurilor trebuie să fie în aşa fel încît inscripţiile aferente acestora, conform pct. 3.2 să poată fi citite de jos şi din dreapta desenului (fig. 19.85), în limitele înclinării admise prin STAS 188-76, fără a fi întrerupte sau întretăiate de liniile de cotă sau ajutătoare.

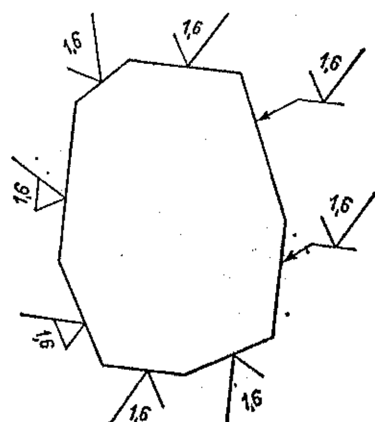


Fig. 19.84

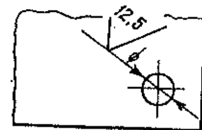


Fig. 19.85

c. Suprafeţele care au o aceeaşi stare sau au stări diferite. Acestea se notează după cum urmează:

În cazul în care toate suprafeţele au o aceeaşi stare, aceasta se notează prin simbolul corespunzător numai deasupra indicatorului (fig. 19.86).

În cazul în care majoritatea suprafeţelor au aceeaşi stare, aceasta se notează prin simbolul corespunzător numai deasupra indicatorului, pe reprezentarea respectivă (fig. 19.87,*a*) notîndu-se numai suprafeţele a căror stare diferă de cea astfel indicată.

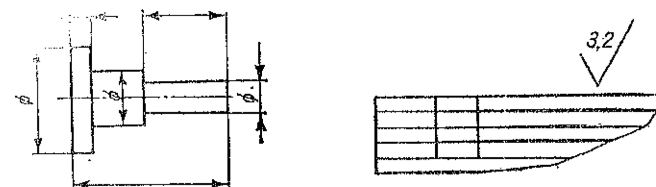


Fig. 19.86

Simbolul poate fi înscris deasupra indicatorului:

— fără a fi urmat de nici o indicaţie (fig. 19.87, *b*);

— urmat, între paranteze, de simbolul de bază conform figurii 19.67, aceasta semnificînd faptul că toate suprafeţele care nu sînt notate pe reprezentarea respectivă au o aceeaşi stare fi anume cea indicată în faţa parantezei (fig. 19.87, *c*);

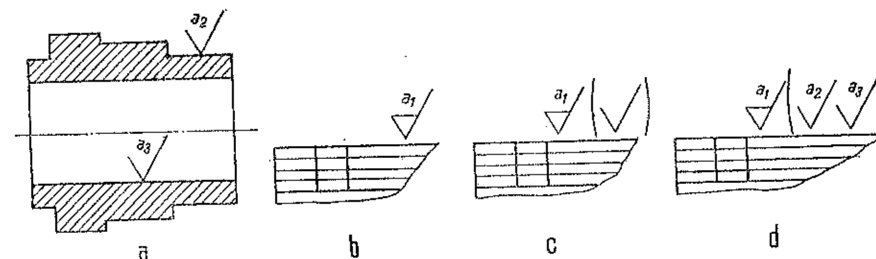


Fig. 19.87

— urmat, între paranteze, de simbolurile stării suprafeţelor notate pe reprezentarea respectivă (fig. 19.87, *d*).

Se recomandă utilizarea sistemului de înscriere a simbolului deasupra indicatorului exemplificat în figura 19.87, *b*.

d. Părţile unei aceeaşi suprafeţe care au stări diferite. Se notează aşa cum este exemplificat în figura 19.88,limita între ele

trasîndu-se cu o linie continuă, subţire, cu excepţia cazului reprezentării în secţiune (fig. 19.88, *b*).

e. Starea suprafeţelor elementelor identice care se repetă pe un desen. Se notează o singură dată, acolo unde este cotat elementul respectiv (fig. 19.89) sau cît mai aproape de cotă (fig. 19.80).

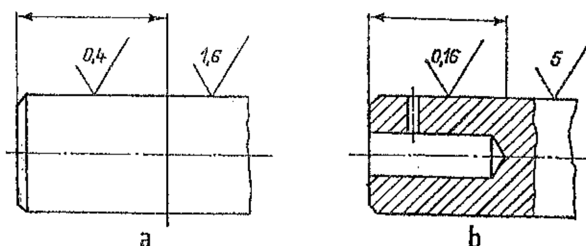


Fig. 19.88

f. Starea suprafeţelor de rotaţie. Se notează pe o singură generatoare a acestora (fig. 19.87, *a*, 19.88, 19.90 şi 19.91). Axele de simetrie ale pieselor nu se referă şi la starea suprafeţelor simetrice, care trebuie indicată separat (canelurile din figura 19.90).

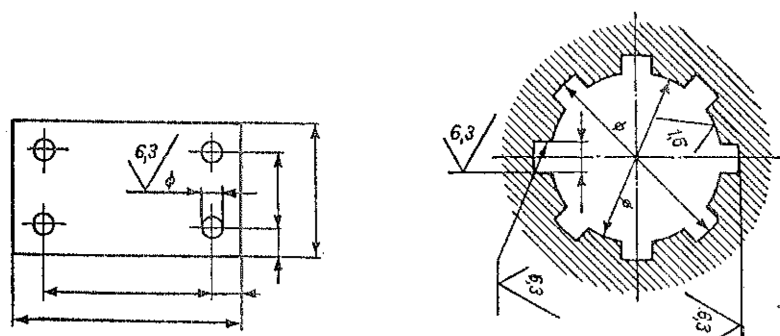


Fig. 19.89 Fig. 19.90

g. Starea suprafeţelor de racordare. Acestea nu se notează dacă racordarea se face între două suprafeţe avînd aceeaşi stare sau dacă racordarea trebuie să aibă starea suprafeţei mai netede (fig. 19.91).

h. Notarea pe desen a stării suprafeţei elementelor danturii roţilor dinţate sau filetelor se face conform standardelor corespunzătoare acestora.

i. În cazul în care starea suprafeţelor în contact se înscrie pe desenul de ansamblu. Aceasta se notează pentru fiecare dintre suprafeţele respective, chiar dacă prescripţiile aferente sînt identice (fig. 19.92).

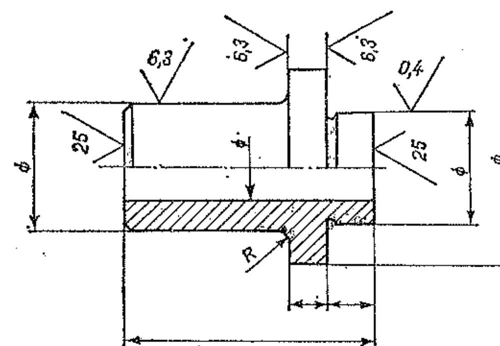


Fig. 9.91

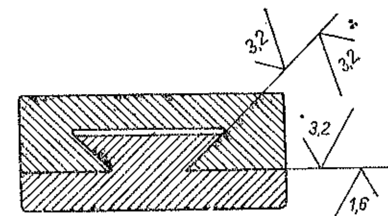


Fig. 19.92

j. În cazul cînd este necesară definirea stării suprafeţei (înainte şi după tratamentul termic, termochimic sau acoperiri electrochimice etc.). Simbolurile corespunzătoare se amplasează aşa cum este exemplificat în fig. 19.93.

k. Evitarea repetării unor notări complexe (sau în cazurile în care spaţiul disponibil pentru notare este insuficient). Se admite utilizarea unei notări simplificate aşa cum este exemplificat în fig. 19.94. cu condiţia explicitării printr-o legendă, amplasată în apropierea indicatorului a semificaţiei simbolului literal utilizat.

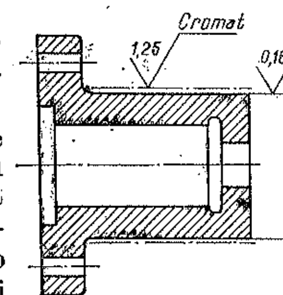


Fig. 9.93

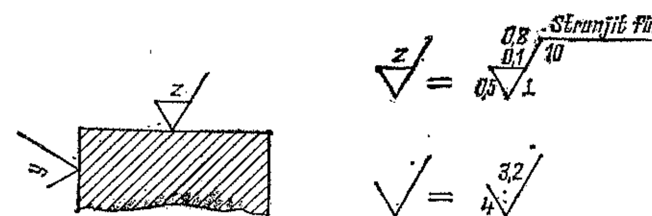


Fig. 19.94

3.4. SEMNE CONVENȚIONALE PENTRU SCHEME CINEMATICE

În STAS 1543-75 sînt indicate semnele convenționale cele mai uzuale pentru scheme cinematice.

3.5. SEMNE CONVENȚIONALE PENTRU SCRIEREA TOLERANȚELOR DE FORMĂ ȘI DE POZIȚIE A SUPRAFEȚELOR ȘI A LINIILOR

În tabela 19.2 sînt indicate după STAS 7385-66 simbolurile pentru toleranțele de formă, iar în tabela 19.3 simbolurile pentru toleranțele de poziție.

Tabela **19.2. Simboluri pentru toleranțele de formă (STAS 7385—66)**

Denumirea toleranței	Simbol		Denumirea toleranței	Simbol	
	literal	grafic		literal	grafic
Toleranță la rectilinitate	*TFr*	⏤	Toleranță la cilindricitate	*TFl*	⌭
Toleranță la planitate	*TFp*	⏥	Toleranță la forma dată a profilului	*TFf*	⌒
Toleranță la circularitate	*TFc*	○	Toleranță la forma dată a suprafeței	*TFs*	⌓

Observație. Toleranțele de formă sînt egale (valoric) cu abaterile limită de formă.

Tabela **19.3. Simboluri pentru toleranțele de poziție (STAS 7385—66)**

Denumirea toleranței	Simbol		Denumirea toleranței	Simbol	
	literal	grafic		literal	grafic
Toleranță la paralelism	*TPl*	//	Toleranță la coaxialitate și la concentricitate	*TPc*	
Toleranță la perpendicularitate	*TPd*	⊥	Toleranță la simetrie	*TPs*	⌯

continuare tabela 19.3

Denumirea toleranței	Simbol		Denumirea toleranței	Simbol	
	literal	grafic		literal	grafic
Toleranță la înclinare	*TPi*	∠	Toleranță la intersectare	*TPx*	⌖
Toleranța bătăii radiale și a bătăii frontale	*TBf* *TBf*	↗	Toleranță la poziția nominală	*TPp*	⨂

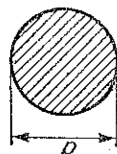
Observații. 1. Toleranțele la paralelism, la perpendicularitate, la înclinare și la bătaia radială sau frontală sînt egale cu abaterile limită de poziție respective. 2. Toleranțele la coaxialitate și concentricitate, la simetrie, la intersectare și la poziția nominală sînt dublul abaterilor limită respective. 3. Se admite prescrierea în desene a abaterilor limită de poziție, în locul toleranțelor de poziție. În aceste cazuri, se folosesc următoarele simboluri : pentru abaterea limită la coaxialitate și la concentricitate (APl_{max}) : ⎾ ; pentru abaterea limită la simetrie (APs_{max}) : ÷ ; pentru abaterea limită la intersectare (AP_{max}) : ✕ pentru abaterea limită la poziția normală APp_{max}) ┼ . Se va evita pe cît posibil folosirea acestui mod de limitare a abaterilor de poziție.

Capitolul 20

SEMIFABRICATE METALICE STANDARDIZATE

1. DIMENSIUNI

1.1. SEMIFABRICATE DIN OȚEL



Tabelul **20.1. Oțel rotund**

Diametrul *d*, mm

Oțel laminat la cald STAS 333–77		Oțel pentru șuruburi, nituri și piulițe STAS 794–78		Oțel rotund calibrat STAS 1800–77				Oțel de scule laminat la cald sau forjat STAS 3021–69			
								Oțel carbon		Oțel aliat	
(8)											
(10)											
12	60	6	20	1	4,1	8,5	26	6	40	6	40
13	(63)	7	20,05	1,05	4,2	8,8	27	7	42	7	42
14	65	8	21,6	1,1	4,3	9	28	8	45	8	45
15	70	9	22,5	1,15	4,4	9,2	29	9	48	9	48
16	75	10	20,6	1,2	4,5	9,3	30	10	50	10	50
(17)	80	10,5	24,6	1,3	4,6	9,5	31	11	55	11	55
18	85	12	25,0	1,4	4,7	9,8	32	12	60	12	60
(19)	90	12,5	26,6	1,5	4,8	10	33	13	(63)	13	(63)
20	95	13	27,4	1,6	4,9	10,5	34	14	65	14	65
21	100	13,5	28	1,7	5	11	35	15	70	16	70
22	(105)	15	29	1,8	5,1	11,5	36	16	75	18	75
(23)	110	15,7	29,6	1,9	5,2	12	37	17	80	20	80
24	(115)	16	30	2	5,3	12,5	38	18	85	(21)	85
25	(120)	16,5	32	2,1	5,4	13	39	19	90	22	90
26	(125)	17,7	32,6	2,2	5,5	13,5	40	20	95	(23)	95
(27)	130	18	34	2,3	5,6	14	42	(21)	100	24	100
28	(135)	18,6	35,6	2,4	5,7	14,5	45	22	105	25	105
(29)	140	19	36	2,5	5,8	15	46	(23)	110	26	110
30	(145)	19,6		2,6	5,9	15,5	48	24	115	(27)	115
32	150			2,7	6	16	50	25	120	28	120
34	(155)			2,8	6,2	16,5	52	(26)	125	(29)	(130)
35	160			2,9	6,3	17	53	(27)	130	30	140)
36	170			3	5,5	17,5	55	28	135	(31)	(150)
38	180			3,1	6,6	18	56	(29)	140	32	(160)
40	190			3,2	6,8	18,5	58	30	145	35	(170(
42	200			3,3	7	19	60	(31)	150	38	(180)
45	210			3,4	7,2	19,5	62	32	160		
48	220			3,5	7,3	20	68	35	170		

Tabela 20.1 (continuare)

Oțel laminat la cald STAS 333–77		Oțel pentru șuruburi, nituri și piulițe STAS 794–78		Oțel rotund calibrat STAS 1800–77				Oțel de scule laminatla la cald sau forjat STAS 3021–69			
								Oțel carbon		Oțel aliat	
50	(230)			3,6	7,5	21	65	38	180		
53	240			3,7	7,8	22	67				
(55)	250			3,8	8	23	70				
56	270			3,9	8,2	24	75				
(58)	300			4	8,3	25					

Observație. Dimensiunile între paranteze se execută în înțelegere între producător și beneficiar.

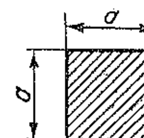
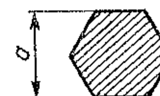


Tabela **20.2. Oțel pătrat**

Latura *a*, mm

Oțel laminat la cald STAS 334–74			Oțel tras la rece STAS 6554–78			Oțel de scule laminat la cald sau forjat STAS 3021–69					
						Oțel aliat			Oțel carbon		
8	25	70	3	10	22	10	32	(63)	8	32	70
9	30	80	3,5	11	24	12	35	65	10	35	75
10	36	90	4	12	25	14	38	70	12	38	80
12	40	100	4,5	14	28	16	40	75	14	40	85
14	45	110	5	15	30	18	42	80	15	42	90
16	50	120	5,5	16	32	20	45	85	16	45	95
18	56	130	6	17	36	22	48	90	18	48	100
20	60	140	7	18	40	25	50	95	20	50	110
22			8	19	45	28	55	100	22	55	120
			9	20	50	30	60	195	25	60	(130)
					55			110	28	63	(140)
								115	30	65	(150)
								120			(160)
											(170)
											(180)

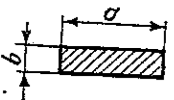
Tabela **20.3. Oțel hexagonal (STAS 2305–78)**



Dimensiunea *a*, mm

3	5	7,3	9,3	13	18	23	29	46
3,2	5,5	7,5	10	14	19	24	30	50
3,6	6	8	10,3	15	20	25	32	55
4	6,5	8,3	11	16	21	26	36	60
4,5	7	9	12	17	22	27	41	65
								70

Tabela 20.4. **Oţel lat laminat la cald (STAS 395–77)**



Exemplu de notare: 80 × 16 STAS 395–77/OL 38 STAS 500–68

Lăţimea *a* mm	Abateri limită mm	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	25	30	40	50
		Grosimea *b*, mm														
	Abateri limită, mm	+0,3 −0,5								+0,4 −0,6		+0,5 −0,7	+0,7 −1,0	+0,9 −1,2	+1,2 −1,6	+1,5 −2,0
		Masa teoretică, kg/m														
12	+0,7 −1,0	0,171	0,565		0,750											
14					0,879											
16		0,628	0,754		1,01		1,25									
18		0,707			1,13											
20		0,785	0,942		1,26		1,57									
22							1,73	2,07								
25	+0,8 −1,1	0,981	1,18		1,57		1,96	2,36		3,14						
30		1,18	1,41	1,65	1,83		2,36	2,83				4,70				
35		1,37	1,65		2,20		2,75	3,30	3,85	4,40						
40		1,57	1,88		2,51		3,14	3,77	4,40	5,02	5,65	6,28	7,85			
45		1,77	2,12		2,83		3,53	4,2	4,95	5,65		7,07	9,81	10,6		
50		1,96	2,36		3,14		3,93	4,71	5,50	6,23		7,85		11,8		
55		2,15	2,59				4,32	5,18	6,05	6,91				13,0		
60	+0,9 −1,2	2,36	2,83		3,77		4,71	5,65	6,59	7,54	8,45	9,42	11,8	14,1	18,8	
70	+1,0 −1,4	2,75	3,30		4,40		5,50	6,59	7,69	8,79		11,0	13,7	16,5		
80	+1,2 −1,6	3,14	3,76		5,02		6,28	7,54	8,79	10,0		12,6	15,7	18,8	25,1	
90	+1,3 −1,8	3,53			5,65		7,07	8,43	9,90	11,3		14,1	17,7	21,2	28,3	
100	+1,5 −2,0	3,92	4,71		6,28		7,85	9,42	10,1	12,6		15,7	19,6	23,6	31,4	39,3
110	+1,7 −2,2				6,91		8,64	10,4		13,8		17,3	21,6	25,9	34,5	
120	+1,8 −2,4	4,71	5,66		7,54		9,42	11,3	13,2	15,1		18,8	23,6	28,3	37,7	47,1
130	+2,0 −2,6		6,12		8,16		10,2	12,3		16,3				30,6	40,8	
140	+2,1 −2,8		6,59	7,70	8,79	9,89	11,0	13,2		17,6		22,0		33,0	44,0	55,0
150	+2,3 −3,0	5,80	7,07		9,42		11,8	14,1	16,1	18,8		23,6	29,4			58,9

Observaţie. Masa teoretică este calcuată pentru dimensiunile nominale, luînd ca bază densitatea oţelului de 7,85 kg/dm³.

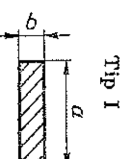
Tabela 20.5. **Oțel lat calibrat (STAS 6972—76)**

Exemplu de notare: Oțel tras 20 × 5 je 6 STAS 6972—76/OLC 45 STAS 880—66

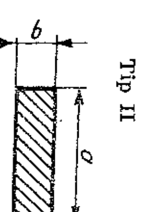
Lățimea a, mm			Grosimea b, mm													
Nominală	Abateri limită h 11	Abateri limită h 12	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	32
		Abatrei limită pentru h 11, mm	−0,060				−0,0075			−0,090		−0,110		−0,130		−01,60
		Abateri limită pentru h 12, mm	−0,100				−0,120			−0,150		−0,180		−0,210		−0,250
		Masa teoretică, kg/m														
5	−0,075	−0,120	0,063	0,078	0,098	0,118										
6			0,075	0,094	0,118	0,141	0,188									
8	−0,090	−0,150	0,101	0,126	0,157	0,188	0,251	0,314	0,377							
10			0,126	0,157	0,196	0,236	0,314	0,393	0,471	0,628						
12			0,151	0,188	0,236	0,283	0,377	0,471	0,565	0,754	0,942					
14			0,176	0,220	0,275	0,330	0,440	0,550	0,659	0,879	1,099	1,319				
16	−0,110	−0,180	0,201	0,251	0,314	0,377	0,502	0,628	0,754	1,005	1,256	1,507				
18				0,283	0,354	0,424	0,565	0,707	0,848	1,113	1,413	1,696	2,261			
20				0,314	0,393	0,471	0,628	0,785	0,942	1,256	1,570	1,884	2,512			
22					0,432	0,518	0,691	0,864	1,036	1,382	1,727	2,072	2,763	3,454		
25	−0,130	−0,210			0,491	0,589	0,785	0,981	1,178	1,570	1,962	2,355	3,140	3,925		
28						0,659	0,879	1,099	1,319	1,758	2,198	2,638	3,517	4,396	5,495	
(29)							0,910	1,138	1,365	1,821	2,216	2,714	3,615	4,526	5,635	
32							1,005	1,250	1,507	3,010	2,512	3,014	4,019	5,024	6,280	
36							1,301	1,413	1,696	2,261	2,826	3,391	4,522	5,652	7,065	9,043
40	−0,160	−0,250					1,256	1,570	1,884	2,512	3,140	3,768	5,024	6,280	7,850	10,05
45							1,413	1,766	2,120	2,326	3,352	4,239	5,652	7,065	8,831	11,30
50							1,570	1,962	2,355	3,140	3,925	4,710	6,280	7,850	9,812	12,56
56							1,758	2,198	2,638	3,517	4,396	5,275	7,034	8,792	10,99	14,07
63								2,473	2,967	3,956	4,946	5,935	7,913	9,891	12,36	15,83
70	−0,190	−0,300							3,330	4,396	5,495	6,594	8,793	10,99	13,74	17,38
80									3,768	5,024	6,280	7,536	10,05	12,56	15,70	20,10
90	−0,220	−0,350							4,239	5,652	7,065	8,478	11,30	14,30	17,66	22,61
100										6,280	7,850	9,420	12,50	15,70	19,62	25,12

Tabela 20.6. **Oțel lat pentru foi de arcuri laminat la cald (STAS 3020—69)**

Tip I



Tip II



Exemplu de notare: I 40 × 7 B STAS 3020—69/Arc 4 STAS 795—77

Lățimea a mm	Grosimea b, mm										
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15
	Masa, kg/m										
30	0,94	1,18	1,41	1,64	1,98	—	—	—	—	—	—
35	—	1,38	1,65	1,92	2,19	2,47	2,74	—	—	—	—
40	1,26	1,57	1,88	2,20	2,51	2,82	3,14	—	—	—	—
45	1,41	1,77	2,12	2,47	2,87	3,17	3,53	—	—	—	—
50	1,57	1,96	2,36	2,75	3,14	3,53	3,93	—	—	—	—
55	—	2,16	2,59	3,04	3,45	3,88	4,32	—	—	—	—
58	—	2,27	2,73	3,19	3,64	4,10	4,55	—	—	—	—
60	—	2,36	2,83	3,29	3,77	4,24	4,71	5,17	5 ,64	—	—
65	—	2,55	3,06	3,67	4,08	4,60	5,10	5,61	6,12	—	—
70	—	2,75	3,30	3,85	4,40	4,94	5,50	6,03	6,59	—	—
75	2,35	2,94	3,53	4,12	4,71	5,30	5,89	—	—	—	—
80	—	3,14	3,77	4,40	5,02	—	6,28	—	7,54	—	—
90	—	—	—	4,95	5,65	6,36	7,07	—	8,48	9,18	—
100	—	—	—	5,50	6,28	7,06	7,85	—	9,42	10,40	—
110	—	—	—	—	6,91	—	8,64	—	10,36	—	—
120	—	—	—	6,59	7,54	8,48	9,42	—	11,30	—	—
40	—	—	—	—	—	9,89	10,99	12,89	—	—	—
145	—	—	—	—	—	10,24	11,38	—	—	—	—
150	—	—	—	—	9,42	—	—	—	—	—	—

Observații. **1.** Cu acordul producătorului se mai pot lamina și următoarele dimensiuni speciale: 42 × 6; 42 × 7; 45 × 6,5; 63 × 6,5; 63 × 9,5; 63 × 11; 76 × 8; 76 × 9,5; 150 × 14,5. **2.** Masa a fost calculată cu densitatea de 7,85 kg/dm³. **3.** *Material*: Oțel pentru arcuri STAS 795—77.

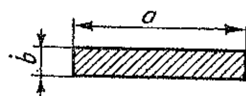


Tabela 20.7. **Bandă de oțel laminat la cald (STAS 908—69)**

Lățimea a mm	Grosime b, mm: 1,00	1,25	1,50	1,75	1,80	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	Abateri limită, mm: la grosime	la lățime
	Masa teoretică, kg/m																			
20	0,157	0,196	0,236	0,275	—	0,314	0,353	0,393	0,432	0,471	—	0,550	—	0,628	—	—	—	—	±0,15	+0,8 −1,0
25	0,196	0,245	0,294	0,343	—	0,393	0,442	0,491	0,540	0,589	—	0,667	—	0,785	—	—	—	—		
30	0,236	0,294	0,333	0,412	—	0,471	0,530	0,589	0,648	0,707	—	0,824	—	0,942	—	—	—	—		
35	0,275	0,343	0,412	0,481	—	0,550	0,618	0,687	0,756	0,824	—	0,962	—	1,099	—	—	—	—		
40	0,314	0,393	0,471	0,550	—	0,628	0,706	0,785	0,864	0,942	—	1,099	—	1,256	—	—	—	—		
45	—	—	0,530	0,618	—	0,707	0,795	0,883	0,971	1,060	—	1,236	—	1,413	—	—	—	—		
50	—	—	0,589	0,687	—	0,785	0,883	0,981	1,079	1,178	—	1,374	—	1,570	—	—	—	—		
55	—	—	0,648	0,756	—	0,864	0,971	1,079	1,187	1,295	—	1,511	—	1,727	—	—	—	—		+1,0 −1,5
60	—	—	0,707	0,824	—	0,942	1,060	1,178	1,295	1,413	—	1,649	—	1,884	—	—	—	—		
5	—	—	0,765	0,893	—	1,021	1,148	1,276	1,403	1,531	—	1,786	—	2,041	—	—	—	—		
[illegible]	—	—	—	—	—	1,099	1,236	1,374	1,511	1,649	—	1,923	—	2,198	—	—	—	—		
75	—	—	—	—	—	1,178	1,325	1,472	1,619	1,766	—	2,061	—	2,355	—	—	—	—		
80	—	—	—	—	—	1,256	1,413	1,570	1,727	1,884	—	2,198	—	2,512	—	—	—	—		
85	—	—	—	—	—	1,335	1,501	1,668	1,835	2,002	—	2,335	—	2,669	—	—	—	—		
90	—	—	—	—	—	1,413	1,589	1,766	1,943	2,120	—	2,473	—	2,826	—	—	—	—		
95	—	—	—	—	—	1,492	1,678	1,864	2,051	2,237	—	2,610	—	2,983	—	—	—	—		
100	0,785	—	1,170	—	1,413	1,570	1,766	1,963	2,159	2,355	—	2,748	—	3,140	—	—	—	—		
110	—	—	—	—	1,548	1,727	1,943	2,159	2,375	2,591	—	3,022	—	3,454	—	—	—	—	±0,20	±1,25
120	—	—	1,408	—	1,696	1,884	2,120	2,355	2,591	2,826	—	3,297	—	3,768	—	—	—	—		
130	—	—	—	—	1,836	2,040	2,290	2,551	2,806	3,062	—	3,572	—	4,082	—	—	—	—		
140	—	—	1,646	—	1,978	2,198	2,470	2,749	3,022	3,297	—	3,847	—	4,396	—	—	—	—		
150	—	—	—	—	2,120	2,351	2,650	2,944	3,238	3,533	—	4.121	—	4,710	—	—	—	—		
160	—	—	1,884	—	2,260	2,512	2,830	3,140	—	3,768	—	4,397	—	5,021	—	—	—	—		
180	—	—	—	—	2,543	2,826	—	3,533	—	4,239	—	4,946	—	5,652	—	—	—	—		
200	—	—	—	—	2,826	3,140	—	3,025	—	4,710	—	5,495	—	6,280	—	7,065	—	7,850		
225	—	—	—	—	—	3,533	—	4,416	—	5,299	5,740	6,182	6,623	7,065	7,507	7,948	8,390	8,831	±0,23	±1,50
250	—	—	—	—	—	—	—	4,906	5,397	5,888	6,378	6,869	7,359	7,850	8,341	8,831	9,322	9,813		
275	—	—	—	—	—	—	—	5,397	—	6,476	7,016	7,556	8,595	8,635	9,175	9,714	10,245	10,794		
300	—	—	—	—	—	—	—	5,588	—	7,065	7,654	8,243	8,831	9,420	10,009	10,598	11,186	11,775		
350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8,243	8,929	9,916	10,303	10,990	11,677	12,364	13,051	13,738	±0,25	±1,75
370	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10,166	10,892	11,618	12,344	13,070	13,796	14,523		
400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10,990	11,775	12,500	13,345	14,130	14,915	15,700		
450	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14,130	15,013	15,896	16,779	17,663	±0,30	±2,25
500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17,663	18,644	19,625		

Observații. **1.** Masa teoretică este calculată cu densitatea de 7,85 kg/dm³. **2.** Pentru benzile din oțeluri cu rezistența la rupere peste 49 da/Nmm² (50 kgf/mm²) cu lățimi pînă la 100 mm, abaterea admisă la grosime este de ±0,20 mm. **3.** La înțelegere între părți, benzile destinate fabricării țevilor sudate se pot livra cu toleranțe numai în plus la lățime. **4.** La înțelegere între părți, pentru profilele formate la rece se admite livrarea benzilor cu dimensiuni pentru care nu s-a completat masa în tabel. **5.** În cazul benzilor cu marginile tăiate, abaterile la lățime se vor stabili la înțelegere între părți. **6.** Se admite pînă la data de 01.01.1971, să se livreze benzile cu lățimi peste 100 mm, cu următoarele abateri la lățimi : ± 2 mm pentru lățimi peste 100 mm pînă la 200 mm inclusiv ; ± 3 mm pentru lățimi peste 200 mm pînă la 300 mm inclusiv ; ± 4 mm pentru lățimi peste 300 mm. **7.** La cererea beneficiarului, benzile cu lățimi peste 100 mm, destinate relaminării la rece, se pot livra cu o abatere în plus la lățime de minimum 5 mm.

Tabela 20.8. **Bandă de oțel laminat la rece**
(STAS 1945—73)

Benzile de oțel laminate la rece se clasifică :

a) după aspectul suprafeței :
— cu suprafață naturală din laminare simbol N,
— cu suprafață albă simbol A ;

b) după gradul de ecruisare :
— foarte moale simbol fm,
— moale simbol m,
— 1/4 tare simbol 1/4 t,
— 1/2 tare simbol 1/2 t,
— 3/4 tare simbol 3/4,
— tare simbol t ;

c) după felul marginilor :
— cu marginile naturale simbol MN
— cu marginile tăiate simbol MT.

Exemplu de notare : Bandă oțel A 1/2 t —MT — 100 × 1,2 — STAS 1945—73

Grosimi, mm		Lățimi, mm				
		Pentru benzi cu margini naturale		Pentru benzi cu margini tăiate		
				10		
0,20	1,30	20	75	12	38	90
0,22	1,35	25	80	14	40	95
	1,40					
0,25	1,50	30	85	15	42	100
	1,60					
0,30	1,70	35	90	16	45	105
0,35	1,80	40	95	18	48	110
					50	
0,40	2,00	45	100	20	52	115
0,45	2,10	50	110	22	55	120
0,50	2.20	55		25	60	125
0,60	2,30	60			65	130
0,65						
0,70	2,40	65		28	70	135
0,75						
0,80	2,50	70		30	75	140
	2,60					
0,90	2,80			32	80	145
1,00	3,00			35	85	150
1,20	3,50					
	4,00					

Observații. **1.** Benzile cu suprafață albă (A) se livrează numai în grosimi pînă la 2,5 mm inclusiv. 2. Benzile cu lățimi de la 100 mm inclusiv în sus se livrează cu mărginile tăiate numai în grosimi pînă la 2,5 mm inclusiv.

Tabela 20.9. **Table de oțel**
Dimensiuni, în mm

Table groase (STAS 437—73)

Grosime	Lățime		
4 ; 5	1 000	1 250	1 500
6 ; 7	1 000 1 250	1 500 1 600	1 800 2 000
8 ; 9 ; 10	1 000 1 250 1 500	1 600 1 800 2 000	2 200 2 300
11 ; 12	1 000 1 250 1 500 1 600	1 800 2 000 2 200 2 300	2 400 2 500 2 600
13 ; 14	1 500 1 600 1 800	2 000 2 200 2 300	2 400 2 500 2 600
15 ; 16 ; 17 18 ; 19 ; 20 22 ; 25 ; 28 30 ; 32 ; 35	1 500 1 600 1 800 2 000	2 200 2 300 2 400 2 500	2 600 2 800 3 000
38 ; 40	1 600 1 800 2 000	2 200 2 400 2 500	2 600 2 800 3 000
45 ; 50	1 500 1 600 1 800	2 000 2 200 2 400	2 500 2 600
55 ; 60 ; 65 70 ; 75 ; 80 85 ; 90 ; 95 100 ; 110 ; 120	1 500 2 000	1 600	1 800
130 ; 140 ; 150		1 500	

Table subțiri pentru construcții mecanice (STAS 901—74) — Dimensiuni

uzuale

Format	Grosime
1 000 × × 2 000	1,00
	(1,25)
	1,50
	(1,75)
	2,00
	2,50
	3,00
	3,50
	4,00

secundare

Format	Grosime
510 × × 1500	1,50 (1,75) 2,00 2,50
510 × × 2 000	(1,75) 2,00 2,50
600 × × 2 000	(1,25) 1,50
710 × × 1420	1,00 (1,25) 1,50
750 × × 1 500	1,00 (1,25) 1,50
800 × × 1 600	1,00 (1,25) 1,50

speciale

Lățime	Grosime
500— 1 000	1,00
830— 1 250	(1,25) 1,50 (1,75) 2,00 2,50 3,00
375— 1 000	3,50 4,00

Observație. Tablele groase se livrează cu abateri limită la grosime și masă, în două clase : A și B. *Exemplu de notare* : **Tablă groasă 20 × 2000 × 6000 A STAS 437—73/OL42 STAS 500—68.**

Tabela 20.9. **Table de oțel** *(continuare)*

Dimensiuni în mm

Tablă decapată (STAS 1988—65) — Dimensiuni — Uzuale TD și TDA

Format mm × mm (TD)	Grosime mm	Masa kg/foaie
650×1000	0,40 0,45 0,50 0,60 (0,75) 0,80 1,00	2,08 2,34 2,60 3,10 3,90 4,16 5,20
700×1450	0,40 0,45 0,50 0,60 (0,75) 0,80 1,00	3,25 3,65 4,06 4,88 6,09 6,50 8,12
710×1420	0,40 0,45 0,50 0,60 (0,75) 0,80 1,00	3,23 3,63 4,03 4,84 6,04 6,45 8,06
750×1500	0,30 0,36 0,40 0,45 0,50 0,60 (0,75) 0,80 1,00	2,70 3,24 3,60 4,06 4,50 5,41 6,76 7,22 9,03
800×1600	0,40 0,45 0,50 0,60 (0,75) 0,80 1,00 (1,25) 1,50	4,10 4,61 5,12 6,17 7,68 8,19 10,24 12,80 15,40

Format mm × mm (TDA)	Grosime mm
512×712	0,22 0,25 0,28 0,30 0,32 0,36 0,40 0,50 0,60
535×765	0,22 0,25 0,28 0,30 0,32 0,36 0,40 0,50 0,60
1000×2000	0,50 0,60 (0,75)
1000×2000	0,80 1,00 (1,25) 1,50 2,00 2,50 3,00 3,50 (4,00)

Speciale

Grosimea mm	Dimensiuni speciale: Lățime, mm	Dimensiuni speciale: Lungime, mm
0,20 0,25 0,28 0,30 0,32 0,36	295... 700	500...1500
0,40 0,45	295... 800	500...2000
0,50 0,60	370...1000	500...2000
(0,65) (0,75) 0,80 1,00 (1,25)	500...1000	765...2000
1,50 (1,75) 2,00 2,50 3,00	330...1250	955...2500
3,50 4,00	710...1000	975...2000

Tablă zincată (STAS 2028—71) — Dimensiuni

Uzuale

Format	Grosime
(585×840)	0,30
(650×1 000)	0,30 0,36 0,40 0,45 0,50
700×1 450	0,40 0,45 0,50
750×1500	0,25 0,30 0,36 0,40 0,50 0,60 (0,75) 0,80

Speciale

Format	Grosime
1 000×2 000	0,40 0,50 0,60 (0,65) (0,75) 0,80 1,00 (1,25) 1,50 2,00 2,50 3,00 (4,00)

Lățime	Grosime
295—750	0,25 0,30 0,36
295—800	0,40 0,45
370—1 000	0,50 0,60
500—1000	(0,65) (0,75) 0,80 1,00 (1,25) 1,50
350—1 000	(1,75) 2,00 2,50
710—1 000	3,00 3,50 4,00

Observații. 1. Tabla TDA este tablă decapată pentru ambutisare. 2. Tabla zincată se livrează în 3 calități: calitatea S (superioară), calitatea I și calitatea a II-a. 3. Dimensiunile în paranteză se vor evita pe cît posibil. 4. *Material*: Tablele pentru zincare se laminează în mod normal din OL 34 STAS 500—68.

Tabela 20.10. Țevi din oțel fără sudură laminate la cald, pentru construcții (STAS 404/2—71)

Diametrul exterior, mm	Grosimea peretelui, mm 2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	7,0	8,0	9,0
	Masa teoretică, kg/mm										
25	1,39	1,63	1,85	2,07	2,27	2,47	2,64	2,81	3,11	3,35	—
28	1,57	1,85	2,11	2,37	2,61	2,84	3,05	3,25	3,62	3,94	—
30	1,69	2,00	2,29	2,56	2,83	3,08	3,32	3,55	3,97	4,34	—
32	1,82	2,14	2,46	2,76	3,05	3,33	3,59	3,85	4,32	4,73	—
34	1,94	2,29	2,63	2,96	3,27	3,58	3,87	4,14	4,66	5,13	—
38	2,19	2,59	2,98	3,35	3,72	4,07	4,41	4,73	5,35	5,92	—
42	2,43	2,88	3,32	3,75	4,16	4,56	4,95	5,33	6,04	6,71	7,32
(44,5)	2,59	3,07	3,54	3,99	4,44	4,87	5,29	5,70	6,47	7,20	7,88
48	2,80	3,33	3,84	4,34	4,83	5,30	5,76	6,21	7,08	7,89	8,66
51	2,99	3,55	4,10	4,64	5,16	5,67	6,17	6,66	7,60	8,48	9,32
54	—	3,77	4,36	4,93	5,49	6,04	6,58	7,10	8,11	9,07	9,99
57	—	3,99	4,62	5,23	5,83	6,41	6,98	7,55	8,63	9,67	10,65
60	—	4,22	4,88	5,52	6,16	6,78	7,39	7,99	9,15	10,26	11,32
63,5	—	4,48	5,18	5,87	6,55	7,21	7,87	8,51	9,75	10,95	12,10
70	—	4,96	5,74	6,51	7,27	8,01	8,75	9,47	10,88	12,23	13,54
73	—	5,18	6,00	6,81	7,60	8,38	9,16	9,91	11,39	12,82	14,20
76	—	5,40	6,26	7,10	7,93	8,75	9,56	10,36	11,91	13,42	14,87
83	—	—	6,86	7,79	8,71	9,62	10,51	11,39	13,12	14,80	16,42
89	—	—	7,38	8,38	9,38	10,36	11,33	12,28	14,16	15,98	17,76
95	—	—	7,90	8,98	10,04	11,10	12,14	13,17	15,19	17,16	19,09
102	—	—	8,50	9,67	10,82	11,96	13,09	14,20	16,40	18,54	20,64
108	—	—	—	10,30	11,49	12,70	13,90	15,09	17,44	19,73	21,97
114	—	—	—	10,85	12,15	13,44	14,72	15,98	18,47	20,91	23,30
121	—	—	—	11,54	12,93	14,30	15,67	17,02	19,68	22,29	24,86
127	—	—	—	12,10	13,60	15,04	16,48	17,90	20,72	23,47	26,19
133	—	—	—	12,70	14,26	15,78	17,29	18,79	21,75	24,66	27,52
140	—	—	—	—	15,04	16,65	18,24	20,12	22,96	26,04	29,08
146	—	—	—	—	15,70	17,39	19,06	20,72	21,00	27,23	30,41
152	—	—	—	—	16,37	18,13	19,87	21,60	25,03	28,41	31,74
(159)	—	—	—	—	17,15	18,99	20,82	22,64	26,24	29,79	33,29
168	—	—	—	—	—	20,10	22,04	23,97	27,79	31,57	35,29
178	—	—	—	—	—	21,33	23,40	25,45	29,52	33,51	37,51
194	—	—	—	—	—	23,30	25,57	27,82	32,28	36,70	41,06
219	—	—	—	—	—	—	—	31,52	36,60	41,63	46,61
245	—	—	—	—	—	—	—	—	41,09	46,76	52,38
273	—	—	—	—	—	—	—	—	45,92	52,28	58,60
299	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57,42	64,37
324	—	—	—	—	—	—	—	—	—	62,34	69,91
(356)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	68,66	77,02

Diametrul exterior, mm	10	11	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
42	7,89	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(44,5)	8,51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
48	9,37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
51	10,11	10,85	11,54	—	—	—	—	—	—	—	—	—
54	10,85	11,66	12,43	—	—	—	—	—	—	—	—	—
57	11,60	12,48	13,32	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	12,33	13,29	14,20	15,88	—	—	—	—	—	—	—	—
63,5	13,19	14,21	15,24	17,09	—	—	—	—	—	—	—	—
70	14,80	16,00	17,16	19,33	21,30	—	—	—	—	—	—	—
73	15,54	16,82	18,05	20,37	22,49	24,41	—	—	—	—	—	—
76	16,28	17,63	18,94	21,41	23,67	25,75	—	—	—	—	—	—
83	18,00	19,53	21,01	23,82	26,44	28,85	—	—	—	—	—	—
89	19,48	21,16	22,79	25,89	28,80	31,52	34,03	36,35	—	—	—	—
95	20,96	22,79	24,56	27,97	31,17	34,18	36,99	39,61	—	—	—	—
102	22,69	24,69	26,63	30,38	33,93	37,29	40,44	43,40	—	—	—	—
108	24,20	26,31	28,41	32,45	36,30	39,95	43,40	46,66	51,17	55,24	—	—
114	25,65	27,94	30,19	34,53	38,67	42,61	46,36	49,91	54,87	59,38	—	—
121	27,37	29,84	32,26	36,94	41,43	45,72	49,82	53,71	59,19	64,22	—	—
127	28,85	31,47	34,03	39,01	43,80	48,39	52,77	56,97	62,87	68,36	—	—
133	30,33	33,10	35,81	41,08	46,16	51,05	55,73	60,22	66,59	72,50	79,71	—
140	32,06	34,99	37,88	43,50	48,93	54,16	59,19	64,02	70,90	77,34	85,23	92,33
146	33,54	36,62	39,66	45,57	51,30	56,82	62,15	67,27	74,60	81,48	89,96	97,6
152	35,02	38,25	41,43	47,65	53,66	59,48	65,11	70,53	78,30	85,62	94,70	102,99
(159)	36,75	40,15	43,50	50,06	56,42	62,59	68,56	74,33	82,62	90,46	100,22	109,20
168	38,96	42,59	46,17	53,17	59,98	66,59	73,00	79,21	88,16	96,67	107,33	117,19
178	41,43	45,30	49,13	56,62	63,92	71,02	77,93	84,64	94,33	103,58	115,22	126,07
194	45,38	49,64	53,86	62,15	70,24	78,13	85,82	93,32	104,19	114,63	127,84	140,27
219	51,54	56,42	61,26	70,78	80,10	89,22	98,15	106,88	119,61	131,89	147,57	162,47
245	57,95	63,48	68,95	79,75	90,36	100,77	110,98	120,99	115,64	149,84	168,09	185,53
273	64,86	71,07	77,24	89,42	101,41	113,20	124,79	136,18	352,90	169,18	190,19	210,41
299	71,27	78,13	84,93	98,40	111,67	124,74	137,61	150,29	168,93	187,13	210,71	233,49
324	77,44	84,90	92,33	107,72	121,53	135,83	149,94	163,85	184,34	204,39	230,44	255,69
(356)	85,33	93,59	101,80	118,07	134,16	150,04	165,72	181,21	204,07	226,49	255,69	284,10

Tabela 20.10 (continuare)

Diametrul exterior, mm	Grosimea peretelui, mm: 2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	7,0	8,0	9,0	10	12	11	14	16	18	20	22	25	28	32	36
	Masa teoretică, kg/m																						
(368)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	79,68	88,29	96,84	105,35	122,22	138,89	155,36	171,64	187,72	211,47	234,78	265,16	294,75
377	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	81,68	90,51	99,29	108,02	125,33	142,44	159,36	176,08	192,61	217,02	240,99	272,26	302,74
406	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	88,11	97,66	107,15	116,59	135,34	153,89	172,23	190,39	208,34	234,90	261,02	295,15	328,49
419	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	91,00	100,86	110,68	120,44	139,83	159,02	178,00	196,80	215,39	242,92	269,99	305,41	340,03
426	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	92,55	102,59	112,58	122,52	142,25	161,78	181,11	200,25	219,19	247,23	274,83	310,93	346,25
457	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,43	110,24	120,99	131,10	152,95	174,01	194,87	215,54	236,01	266,34	296,23	335,97	373,77
480	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	104,54	115,91	127,23	138,49	160,89	—	—	—	—	280,52	312,16	353,55	394,19
508	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	110,75	122,81	134,82	146,78	170,55	—	—	—	—	297,79	331,45	375,64	419,05
530	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	115,64	128,24	140,79	153,29	178,15	—	—	—	—	311,35	346,64	393,00	438,58

Observaţii. 1. De comun acord între părţi, se pot fabrica ţevi şi cu alte valori ale diametrului sau grosimii peretelui. 2. Dimensiunile de ţevi ale căror mase sînt încadrate în chenar se execută în mod curent. 3. Dimensiunile de ţevi ale căror mase nu sînt încadrate în chenar, se execută la înţelegere între producător şi beneficiar. 4. Masa teoretică este calculată cu formula : $M = 0,0246615\ g\ (D_e - g)$. 5. Ţevile din oţel fără sudură laminate la cald pentru construcţii, cu destinaţie comercială, sînt indicate în STAS 404/1—71.

Tabela 20.11. Ţevi din oţel, fără sudură, trase sau laminate la rece, pentru construcţii (STAS 530/2—71)

Diametrul exterior mm	Grosimea peretelui, mm: 0,50	0,80	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5	2,8	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	7,0	8,0	9,0	10
	Masa teoretică, kg/m																				
4	0,013	0,063	0,074	0,083	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	0,055	0,083	0,099	0,112	0,129	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	0,068	0,103	0,123	0,142	0,166	0,186	0,197	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	0,080	0,122	0,148	0,172	0,203	0,231	0,247	0,260	0,277	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	0,092	0,142	0,173	0,201	0,240	0,275	0,296	0,315	0,339	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	0,105	0,162	0,197	0,231	0,277	0,320	0,345	0,369	0,401	0,427	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	0,117	0,181	0,222	0,260	0 314	0,364	0,395	0,423	0,462	0,496	0,518	0,561	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	0,142	0,221	0,271	0,320	0,388	0,453	0,493	0,532	0,586	0,635	0,666	0,734	0,789	—	—	—	—	—	—	—	—
13	0,154	0,240	0,296	0,349	0,425	0,497	0,542	0,586	0,647	0,704	0,739	0,820	0,888	—	—	—	—	—	—	—	—
14	0,166	0,260	0,321	0,379	0,462	0,541	0,592	0,640	0,709	0,772	0,814	0,906	0,986	—	—	—	—	—	—	—	—
15	0,179	0,280	0,345	0,408	0,499	0,585	0,641	0,694	0,771	0,841	0,888	0,993	1,08	1,16	1,23	—	—	—	—	—	—
16	0,191	0,300	0,370	0,438	0,536	0,630	0,691	0,747	0,832	0,91	0,962	1,08	1,18	1,28	1,36	—	—	—	—	—	—
18	0,216	0,339	0,419	0,497	0,610	0,719	0,789	0,856	0,956	1,05	1,11	1,25	1,38	1,50	1,60	—	—	—	—	—	—
20	0,240	0,379	0,469	0,556	0,684	0,808	0,888	0,965	1,08	1,19	1,26	1,42	1,58	1,72	1,85	1,97	2,07	—	—	—	—
22	0,265	0,418	0,518	0,615	0,758	0,897	0,986	1,07	1,20	1,32	1,40	1,60	1,77	1,94	2,10	2,24	2,37	—	—	—	—
25	0,302	0,477	0,592	0,704	0,869	1,03	1,13	1,24	1,39	1,83	1,63	1,85	2,07	2,27	2,47	2,65	2,81	3,11	—	—	—
26	0,314	0,497	0,616	0,733	0,906	1,07	1,18	1,29	1,45	1,60	1,70	1,94	2,17	2,39	2,59	2,78	2,96	3,28	—	—	—
28	0,339	0,537	0,666	0,793	0,98	1,16	1,28	1,40	1,57	1,74	1,85	2,11	2,38	2,61	2,84	3,05	3,25	3,62	—	—	—
30	0,364	0,576	0,715	0,852	1,05	1,25	1,38	1,51	1,69	1,88	2,00	2,29	2,56	2,83	3,08	3,32	3,55	3,97	4,34	—	—
32	0,388	0,615	0,764	0,911	1,13	1,34	1,48	1,62	1,82	2,02	2,14	2,46	2,76	3,05	3,33	3,59	3,85	4,31	4,73	—	—
35	0,425	0,675	0,838	1,00	1,24	1,47	1,63	1,78	2,00	2,22	2,37	2,72	3,06	3,38	3,70	4,00	4,29	4,85	5,33	—	—
36	0,438	0,694	0,863	1,03	1,28	1,52	1,68	1,83	2,06	2,29	2,44	2,80	3,16	3,49	3,82	4,14	4,44	5,01	5,52	—	—
38	0,462	0,734	0,912	1,09	1,35	1,61	1,77	1,94	2,19	2,43	2,59	2,98	3,35	3,72	4,70	4,41	4,73	5,35	5,92	6,44	—
40	0,487	0,773	0,962	1,15	1,42	1,69	1,87	2,05	2,31	2,57	2,74	3,15	3,55	3,94	4,31	4,68	5,03	5,70	6,31	6,88	—
42	—	—	1,01	1,21	1,50	1,78	1,97	2,16	2,43	2,70	2,88	3,32	3,75	4,16	4,56	4,95	5,33	6,04	6,71	7,32	—
45	—	—	1,08	1,30	1,61	1,92	2,12	2,32	2,62	2,91	3,11	3,58	4,04	4,49	4,93	5,36	5,77	6,60	7,30	7,99	8,63
48	—	—	1,16	1,38	1,72	2,05	2,27	2,48	2,80	3,12	3,33	3,84	4,34	4,83	5,30	5,76	6,21	7,08	7,89	8,66	9,37

Tabela 20.11

Diametrul exterior mm	Grosimea									
	0,50	0,80	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5	2,8
	Masa									
50	—	—	1,21	1,44	1,79	2,14	2,37	2,59	2,93	3,26
52	—	—	1,26	1,50	1,87	2,23	2,47	2,70	3,05	3,40
53	—	—	1,28	1,53	1,90	2,27	2,51	2,76	3,11	3,47
55	—	—	1,33	1,59	1,98	2,36	2,61	2,86	3,24	3,60
56	—	—	1,36	1,62	2,02	2,40	2,66	2,92	3,30	3,67
60	—	—	1,45	1,74	2,16	2,58	2,86	3,13	3,54	3,95
63	—	—	1,53	1,83	2,27	2,72	3,01	3,30	3,73	4,16
(65)	—	—	1,58	1,89	2,35	2,80	3,11	3,41	3,85	4,29
70	—	—	1,70	2,04	2,53	3,03	3,35	3,68	4,16	4,64
(75)	—	—	1,82	2,18	2,72	3,25	3,60	3,95	4,47	4,98
80	—	—	—	—	2,90	3,47	3,85	4,22	4,78	5,33
(85)	—	—	—	—	3,09	3,69	4,09	4,49	5,09	5,68
90	—	—	—	—	3,27	3,91	4,34	4,76	5,39	6,02
95	—	—	—	—	3,46	4,14	4,59	5,03	5,70	6,37
100	—	—	—	—	3,64	4,36	4,83	5,31	6,01	6,71
110	—	—	—	—	4,01	4,80	5,33	5,85	6,63	7,40
120	—	—	—	—	4,38	5,25	5,82	6,39	7,24	8,09
130	—	—	—	—	—	—	—	—	7,86	8,78
140	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
160	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
170	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
180	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
190	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Observații. 1. De comun acord între părți, se pot fabrica țevi și cu alte valori ale diametrului sau grosimii peretelui. 2. Dimensiunile de țevi ale căror mase sînt încadrate în chenar se execută în mod curent. 3. Dimensiunile de țevi ale căror mase nu sînt încadrate în chenar, se execută la înțelegere între producător și beneficiar.

(continuare)

peretelui, mm										
3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	7,0	8,0	9,0	10
teoretică, kg/m										
3,48	4,01	4,54	5,05	5,55	6,04	6,51	7,42	8,29	9,10	9,86
3,62	4,19	4,73	5,27	5,79	6,31	6,81	7,77	8,68	9,54	10,36
3,70	4,27	4,83	5,38	5,92	6,44	6,95	7,94	8,88	9,77	10,60
3,85	4,44	5,03	5,60	6,16	6,71	7,25	8,29	9,27	10,21	11,10
3,92	4,53	5,13	5,71	6,29	6,85	7,40	8,46	9,47	10,43	11,34
4,22	4,88	5,52	6,16	6,78	7,39	7,99	9,15	10,26	11,32	12,33
4,44	5,13	5,82	6,49	7,15	7,80	8,43	9,67	10,85	11,98	13,07
4,59	5,31	6,02	6,71	7,40	8,07	8,73	10,01	11,24	12,43	13,56
4,96	5,74	6,51	7,27	8,01	8,75	9,47	10,87	12,29	13,54	14,80
5,33	6,17	7,00	7,82	8,63	9,43	10,21	11,74	13,22	14,65	16,03
5,70	6,60	7,50	8,38	9,25	10,10	10,95	12,60	14,20	15,76	17,26
6,07	7,03	7,99	9,04	9,86	10,78	11,69	13,46	15,19	16,87	18,50
6,44	7,47	8,48	9,49	10,48	11,46	12,43	14,33	16,18	17,98	19,73
6,81	7,90	8,98	10,04	11,10	12,14	13,17	15,19	17,16	19,09	20,96
7,18	8,33	9,47	10,60	11,71	12,81	13,90	16,05	18,15	20,20	22,19
7,92	9,19	10,46	11,71	12,95	14,17	15,39	17,78	20,12	22,42	24,66
8,66	10,06	11,44	12,82	14,18	15,53	16,87	19,51	22,10	24,64	27,13
9,40	10,92	12,43	13,93	15,41	16,89	18,35	21,23	24,10	26,86	29,59
10,13	11,78	13,41	15,04	16,65	18,24	19,89	22,96	26,04	29,07	32,06
10,87	12,64	14,40	16,15	17,88	19,60	21,31	24,69	28,01	31,29	34,53
—	13,51	15,39	17,26	19,11	20,96	22,79	26,41	29,99	33,51	36,99
—	14,37	16,37	18,37	20,34	22,31	24,27	28,14	31,96	35,73	39,46
—	15,23	17,36	19,48	21,58	23,67	25,75	29,86	33,93	37,95	41,92
—	—	18,34	20,60	22,81	25,02	27,22	31,59	35,90	40,17	44,39
—	—	19,33	21,70	24,04	26,38	28,70	33,32	37,88	42,39	46,85

4. Dimensiunile din paranteze se vor executa la înțelegere între producător și beneficiar. 5. Țevile din oțel fără sudură trase sau laminate la rece pentru construcții, cu destinație comercială, sînt prezentate în STAS 530/1–71.

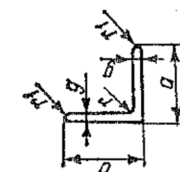
Tabela 20.12. **Sîrme de oţel (rotunde)**

Diametre, în mm

Sîrmă obişnuită, trasă din oţel STAS 889–76		Sîrmă trasă din oţel aliat de construcţie STAS 5678–78	Sîrmă trasă pentru arcuri din oţel carbon de calitate STAS 893–78		Sîrmă trasă din oţel aliat pentru arcuri STAS 892–78	Sîrmă din oţel aliat la cald STAS 563–71
0,20	1,50	3,00	0,20	1,50	3,00	5,00
0,22	1,60	3,50	0,22	1,60	3,20	550
0,25	1,80	4,00	0,25	1,80	(3,50)	6,00
0,28	2,00	4,50	0,28	2,00	3,60	6,50
0,30	2,24	5,00	0,30	2,20	4,00	7,00
0,32	2,50	5,50	0,40	2,40	4,50	7,50
0,36	2,80	6,00	0,45	2,50	5,00	8,00
0,40	3,00	6,50	0,50	2,80	(5,50)	9,00
0,45	3,15	7,00	0,55	3,00	(5,60)	9,50
0,50	3,55	7,50	0,60	3,20	6,00	10,00
0,56	4,00	8,00	0,70	3,50	6,30	11,00
0,60	4,50	8,50	0,80	3,60	(6,50)	12,00
0,63	5,00	9,00	0,90	4,00	7,00	12,50
0,71	5,60	10,00	1,00	4,50	7,50	
0,75	6,00	10,50	1,10	5,00	8,00	
0,80	6,30	11,00	1,20	5,50	8,50	
0,90	7,10	11,50	1,30	6,00	9,00	
1,00	8,00	12,00	1,40	6,20	10,00	
1,12	9,00			7,00	10,50	
1,18	10,00				11,00	
1,25	11,20				11,50	
1,40	12,00				12,00	
					12,50	

Observaţii. **1.** Sîrmă trasă din oţel aliat pentru arcuri (STAS 892–78) se livrează în starea TR (tras-recoaptă) şi TRS (tras-recoaptă-şlefuită) **2.** În STAS 892–78 sînt prezentate şi dimensiunile sîrmelor din oţel cu secţiune pătrată şi sîrmă lată. **3.** *Exemplu de notare*: **Sîrmă rotundă TRS Ø 5 STAS 892–78/ARC 2.**

Tabela 20.13. **Oţel cornier cu aripi egale laminat la cald (STAS 424–71)**



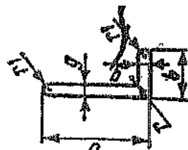
Simbol L	Dimensiunile secţiunii mm a	g	r	r_1	Masa G kg/m
20×20×3	20	3	3,5	2	0,88
×4		4			1,14
25×25×3	25	3	3,5	2	1,11
×4		4			1,45
×5		5			1,77
30×30×3*)	30	3	5	2,5	1,36
×4		4			1,78
×5		5			2,18
35×35×3*)	35	3	5	2,5	1,60
×4		4			2,09
×5		5			2,57
40×40×3*)	40	3	6	3	1,84
×4		4			2,42
×5		5			2,97
45×45×4*)	45	4	7	3,5	2,74
×5		5			3,38
×6		6			4,00
50×50×4*)	50	4	7	3,5	3,06
×5		5			3,77
×6		6			4,47
×7		7			5,15
60×60×5	60	5	8	4	4,57
×6		6			5,42
×8		8			7,09
×10		10			8,69
70×70×6	70	6	9	4,5	6,38
×7		7			7,38
×8		8			8,36
×9**)		9			9,34
×10		10			10,30
80×80×6	80	6	10	5	7,36
×8		8			9,63
×10		10			11,9
90×90×8	90	8	11	5,5	10,9
×9		9			12,2
×10*)		10			13,4
×11		11			14,7
100×100×8	100	8	12	6	12,2
×10		10			15,0
×12		12			17,8
120×120×10	120	10	13	6,5	18,2
×12		12			21,6
130×130×12	130	12	11	7	23,6
×14		14			27,2
×16		16			30,9
140×140×12	140	12	15	7,5	25,5
×14		14			29,4
×16		16			37,3
150×150×12*)	150	12	16	8	27,3
×14		14			31,6
×16		16			35,9
×18		18			40,1
160×160×12	160	12	17	8,5	29,7
×14		14			34,0
×16		16			38,5
×18		18			43,0

*) Se laminează în limita posibilităţilor uzinelor producătoare;
**) Se livrează numai pentru podurile metalice de cale ferată.

Tabela 20.14. **Oțel cornier cu aripi neegale, laminat la cald (STAS 425—70)**

Simbol *LL*	Dimensiunile secțiunii mm					Secțiunea *S* cm²	Masa *G* kg/m
	a	*b*	*g*	*r*	r_1		
30×20×3*	30	20	3	3,5	2	1,43	1,12
×4*			4			1,86	1,46
40×20×3*	40	20	3	3,5	2	1,73	1,36
×4*			4			2,26	1,77
45×30×4*	45	30	3	4,5	2	2,86	2,24
×5			4			3,52	2,76
60×30×5*	60	30	5	6	3	4,29	3,37
×6			6			5,08	4,59
60×40×5*	60	40	5	6	3	4,79	3,76
×6*			6			5,68	4,46
×7*			7			6,55	5,14
65×50×6	65	50	6	6,5	3,5	6,58	5,16
×7			7			7,60	5,96
×8			8			8,60	6,75
×9			9			9,58	7,52
75×50×7*	75	50	7	6,5	3,5	8,31	6,53
80×60×7*	80	60	7	8	4	9,36	7,36
80×65× 6	80	65	6	8	4	8,41	6,60
× 8			8			11,0	8,66
×10			10			13,6	10,7
90×60× 6*	90	60	6			8,69	6,82
×8*			8	7	3,5	11,4	8,96
100× 50× 6*	100	50	8	9	4,5	11,4	8,99
×10*			10			14,1	11,1
100× 75× 7	100	75	7	10	5	11,9	9,32
× 9			9			15,1	11,8
×11			11			18,2	14,3
120× 80× 8*	120	80	8	11	5,5	15,5	12,2
×10*			10			19,1	15,0
×12*			12			22,7	17,8
150× 90×10*	150	90	10	12,5	6,5	23,2	18,2
×12*			12			27,5	21,6
150×100×10*	150	100	10	13	6,5	24,2	19,0
×12*			12			28,7	29,6
×14*			14			33,2	26,1

*) Se laminează în limita posibilităților uzinelor producătoare.



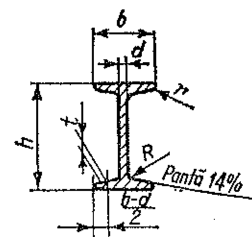


Tabela 20.15. **Oțel I, laminat la cald (STAS 565—71)**

Simbol I	Dimensiuni, mm					Aria secțiunii *A* cm²	Masa *G* kg/m
	h	*b*	*t*	*d* = *R*	*r*		
8	80	42	**5,90**	3,9	2,3	7,58	5,95
10	100	50	**6,80**	4,5	2,7	10,6	8,32
12	120	58	**7,70**	5,1	3,1	14,2	11,2
14	140	66	**8,60**	5,7	3,4	18,3	14,4
16	160	74	**9,50**	6,3	3,8	22,8	17,9
18	180	82	**10,40**	6,9	4,1	27,9	21,9
20	200	90	**11,30**	7,5	4,5	33,5	26,3
22	220	98	12,20	8,1	4,9	39,6	31,1
24	240	106	**13,10**	8,7	5,2	46,1	36,2
26	260	113	14,10	9,4	5,6	53,4	41,9
28	280	119	15,20	10,1	6,1	61,1	48,0
30	300	125	16,20	10,8	6,5	69,1	54,2
32	320	131	17,30	11,5	6,9	77,8	61,1
36	360	143	19,50	13,0	7,8	97,1	76,2
40	400	155	21,60	14,4	8,6	118	92,6

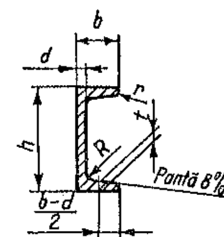


Tabela 20.16. **Oțel U, laminat la cald (STAS 564—71)**

Simbol *U*	Dimensiuni, mm						Aria secțiunii *A* cm²	Masa *G* kg/m
	h	*b*	*d*	*t*	*R*	*r*		
$6^1/_2$	65	42	5,5	**7,5**	**7,5**	4,0	9,03	7,09
8	80	45	6	**8,0**	**8,0**	4,0	11,0	8,64
10	100	50	6	**8,5**	**8,5**	4,5	13,5	10,6
12	120	55	7	9,0	9,0	4,5	17,0	13,4
14	140	60	7	10,0	10,0	5,0	20,4	16,0
16	160	65	7,5	**10,5**	**10,5**	5,5	24,0	18,8
18	180	70	8	**11,0**	**11,0**	5,5	28,0	22,0
20	200	75	8,5	11,5	11,5	6,0	32,2	25,3
22	220	80	9	**12,5**	**12,5**	6,5	37,4	**29,4**
24	240	85	9,5	**13,0**	**13,0**	6,5	42,3	33,2
26	260	90	10	**14,0**	**14,0**	7,0	48,3	3.79
30	300	100	10	**16,0**	**16,0**	8,0	58,8	4,62

1.2. SEMIFABRICATE NEFEROASE

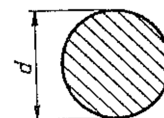


Tabela 20.17. **Bare rotunde**

Diametrul *d*, mm

1	2				3		4	
Cupru STAS 391—77	Alamă STAS 291—77				Bronz turnat STAS 2841—68		Aluminiu STAS 2339—73	
	Bare trase		Bare extrudate				Tras	Extrudat
3	3	19	10	65	15	85	5	10
3,5	3,5	20	11	70	20	90	5,5	11
4	4	21	12	75	25	95	6	12
4,5	4,5	22	15	80	30	100	6,5	14
5	5	23	16	85	35	110	7	15
6	5,5	24	18	90	40	120	8	16

Tabela 20.17 (continuare)

1	2				3		4	
Cupru	Alamă STAS 291–77				Bronz turnat STAS 2841–68		Aluminiu STAS 2339–78	
STAS 391–77	Bare trase		Bare extrudate				Tras	Extrudat
7	6	25	20	95	45	130	9	18
8	6,5	26	22	100	50	140	10	20
9	7	27	25	110	55	150	11	22
10	7,5	28	28	120	60	160	12	25
11	8	29	30	140	65	170	14	28
12	8,5	30	32	150	70	180	16	30
14	9	32	35	160	75	190	18	32
16	9,5	34	40	180	80	200	20	35
18	10	36	43	200			22	40
20	10,5	38	45				25	45
22	11	40	48				28	50
25	12	42	50				30	55
28	13	45	55				32	60
30	14	48	60				35	65
32	15	50					38	70
35	16						40	75
38	17						42	80
40	18						45	85
45							50	90
50							55	95
							60	100
							65	
							70	
							75	

Observații. 1. Barele trase de alamă și de aluminiu se fabrică cu gradele de ecruisare: m (moale), 1/2 t (jumătate tare). 2. *Exemple de notare*: **1/2 t 25 STAS 391–77/Cu 5 STAS 270/2–74; Tras t 12 STAS 291–77/Am 58; Bară 85 STAS 2841–68/Bz 14 t STAS 197/2–76; Tras 1/2 : 20 STAS 2339–73/Al 99,5.**

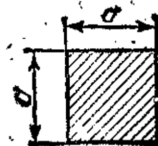


Tabela 20.18. **Bare pătrate**

Latura *a*, mm

1				2			
Cupru STAS 393–76				Alamă STAS 292–75			
5	10	19	32	5	10	19	32
6	11	22	36	6	11	22	36
7	12	24	40	7	12	24	41
8	14	28	46	8	14	27	46
9	17	30	50	9	17	30	50

Observații. 1. Barele se fabrică cu gradele de ecruisare: O (moale) și HA (jumătate tare) iar cele din alamă în stările: D (moale), HA (jumătate tare) și HB (tare). 2. *Exemple de notare*: **Bară pătrată HA 10 STAS 393–76/Cu 99/97 b STAS 270/1–74; Bară pătrată HA 20 STAS 292–75/Cu Zn 39 Pb 2 STAS 95–75.** 3. *Material*: Col. 1: Cupru conform STAS 270/1–74, după cum urmează: Cu 99,9; Cu 99,5 pentru scopuri generale; Cu 99,97 pentru scopuri electrotehnice. Col. 2: Aliaj cupru-zinc Cu Zn 39 Pb 2, Cu Zn 40 Pb1, Cu Zn 37 conform STAS 95–75.

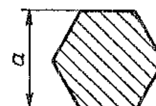


Tabela 20.19. **Bare hexagonale**

Dimensiunea *a*, mm

1				2			
Cupru STAS 394–76				Alamă STAS 293–75			
5	10	19	32	5	10	19	32
6	11	22	36	5,5	11	22	36
7	12	24	40	6	12	24	41
8	13	28	46	7	13	27	46
9	14	30	50	8	14	30	50
	17			9	17		

Observații. 1. Barele hexagonale din cupru se livrează în două stări: O (moale) și HA (jumătate tare), iar cele din alamă în trei stări: O (moale), HA (jumătate tare) și HB (tare). 2. *Exemple de notare*: **Bară hexagonală HA 36 STAS 394–76/Cu 99,97 b STAS 270/1–74; Bară hexagonală HA 24 STAS 293–75/Cu Zn 39 Pb2 STAS 95–75.** 3. *Material*: Col. 1: Cupru conform STAS 270/1–74, după cum urmează: Cu 99,9; Cu 99,5 pentru scopuri generale și Cu 99,97 pentru scopuri electrotehnice; Col. 2: Aliaj cupru-zinc Cu Zn 39 Pb2, Cu Zn 40 Pb1, Cu Zn 37 conform STAS 95–75.

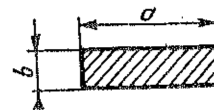


Tabela 20.20. **Bare dreptunghiulare**

Lățime × grosime ($a \times b$), mm

1				2			3	
Cupru (tras) STAS 392–76				Alamă (trasă) STAS 389–77			Aluminiu STAS 3322–77	
5×2	12×4	22×10	40×20	5×2	13×8	30×10	12×3	40×3
5×3	12×5	22×15	50×5	5×3	13×15	30×15	12×4	40×5
5×4	12×8	25×5	50×8	5×4	15×3	30×20	12×5	40×8
6×2	12×10	25×6	50×10	6×2	15×4	35×5	12×8	40×10
6×3	15×3	25×10	50×15	6×3	15×5	35×10	15×3	40×15
6×4	15×4	25×15	50×20	6×4	15×6	35×15	15×5	40×20
6×5	15×5	30×5	60×5	6×5	15×8	35×20	15×8	50×5
7×2	15×6	30×10	60×8	7×2	15×10	40×5	15×10	50×8
7×3	15×8	30×15	60×10	7×3	18×5	40×10	18×3	50×10
7×4	15×10	30×20	60×15	7×4	18×10	40×15	18×5	50×15

Tabela 20.20 (continuare)

1				2			3	
Cupru (tras) STAS 392–76				Alamă (trasă) STAS 389–77			Aluminiu STAS 3322–70	
8×2	18× 5	35× 5	60×20	8× 4	18×15	40×20	18× 8	50×20
8×3	18×10	35×10	80×10	8× 5	20× 5	50× 5	18×10	60× 5
8×4	18×15	35×15	80×15	10× 4	20× 6	50×10	20× 3	60× 8
8×5	20× 5	35×20	80×20	10× 5	20×10	50×15	20× 5	60×10
10×4	20× 6	40× 5	100×10	10× 8	20×15	50×20	20× 8	60×15
10×5	20×10	40× 8	100×15	12× 4	22× 5	60×10	20×10	60×20
10×8	20×15	40×10	100×20	12× 5	22×10	60×15	20×15	80× 5
12×3	22× 5	40×15		12× 8	22×15	60×20	25× 3	80× 6
				12×10	25× 5		25× 5	80× 8
				13× 3	25× 6		25× 8	80×10
				13× 4	25×10		25×10	80×15
				13× 5	25×15		25×15	80×20
				13× 6	30× 6		30× 3	100× 5
							30× 5	100× 8
							30×10	100×10
							30×15	

Observații. **1.** Dimensiunile barelor de alamă brut presate se găsesc în același standard. **2.** Barele de cupru se fabrică cu gradele de ecruisare, m (moale) și 1/2 (jumătate tare), iar cele de alamă cu gradele de ecruisare m, 1/2 și t. **3.** Barele de cupru pentru scopuri electrotehnice indicate în STAS 2873–68. **4.** Barele de aluminiu și alamă se fabrică cu gradele de ecruisare m și 1/2 t. **5.** *Exemple de notare*: **Bară 1/2 t 30 × 5 STAS 392–76/Cu 9**; Tras **t 10 × 8 STAS 389–77/Am 58 STAS 95–75; Bară dreptunghiulară trasă m 50 × 8 STAS 3322–70/Al 99,5 STAS 7607–72.** *6. Utilizare*: Col. 1: Cu 5 sau Cu 9 STAS 270–66 pentru scopuri generale; Cu E pentru utilizări în electrotehnică. Col. 2: Am 58 (bare cu b> 4 mm) pentru prelucrări prin așchiere; Am 63 (bare de toate dimensiunile) pentru lucrări fine sau deformări la rece. Col. 3: Aluminiu 99,5 și Al 99,0 pentru scopuri generale, conform STAS 7607–72.

Tabela 20.21. **Benzi**

Alamă (STAS 290–73)				Cupru (STAS 427–73)			
Grosime mm	Masa pentru 100 mm lățime kg/m	Grosime mm	Masa pentru 100 mm lățime kg/m	Grosime mm	Masa pensru 100 mm lățime kg/m	Grosime mm	Masa pentru 100 mm lățime kg/m
0,10	0,085	1,0	0,850	0,10	0,089	1,0	0,890
0,12	0,102	1,1	0,935	0,12	0,107	1,1	0,979
0,15	0,128	1,2	1,020	0,15	0,134	1,2	1,07
0,18	0,153	1,3	1,105	0,18	0,160	1,3	1,16
0,20	0,170	1,4	1,19	0,20	0,178	1,4	1,24
0,22	0,187	1,5	1,28	0,22	0,196	1,5	1,34
0,25	0,213	1,6	1,36	0,25	0,223		
0,30	0,255	1,7	1,44	0,30	0,267	1,6	1,42
0,35	0,298	1,8	1,53	0,35	0,312	1,7	1,52
0,40	0,340	1,9	1,61	0,40	0,356	1,8	1,60
0,45	0,383	2,0	1,70	0,45	0,400	1,9	1,69
0,50	0,425	2,2	1,87	0,50	0,445	2,0	1,78
0,55	0,457	2,5	2,13	0,55	0,490	2,2	1,96
0,60	0,510	2,8	2,38	0,60	0,534	2,5	2,23
0,65	0,552	3,0	2,55	0,65	0,578	2,8	2,49

Tabela 20.21 (continuare)

Alamă (STAS 290–73)				Cupru (STAS 427–73)			
Grosime mm	Masa pentru 100 mm lățime kg/m	Grosime mm	Masa pentru 100 mm lățime kg/m	Grosime mm	Masa pentru 100 mm lățime kg/m	Grosime mm	Masa pentru 100 mm lățime kg/m
0,70	0,595	3,2	2,72	0,70	0,623	3.0	2,67
0,75	0,638	3,5	2,98	0,75	0.668	3,2	2,85
0,80	0,680	3,8	3,23	0,80	0,712	3,5	3,12
0,85	0,722	4,0	3,40	0,85	0,765	3,8	3,38
0,90	0,763			0,90	0,801	4,0	3,56
Lățime, mm							
20	12	14	16	18	20	22	25
28	30	32	36	40	45	50	55
60	65	70	80	90	100	110	120
130	140	150	160	180	200	220	250
280	300	320	360	400	450	500	560
Grade de ecruisare				Grade de ecruisare			
m (moale), 1/4 t (sfert tare), 1/2 t (jumătate tare), t (tare), ft (foarte tare)				m (moale), 1/4 t (sfert tare), 1/2 t (jumătate tare), t (tare)			

Observații. **1.** Benzile de alamă și de cupru se livrează în două clase de precizie: clasa de precizie A și clasa de precizie B. **2.** *Material*: În mod curent, benzile de alamă se fabrică din Am 63 și Am 70 STAS 95–67, iar benzile de cupru din Cu 5, Cu 9 pentru scopuri generale în industria metalurgică și Cu 9 cînd se cere o anumită rezistivitate electrică. **3.** *Exemple de notare*: **Bandă 1/4 t A 0,6 × 56 STAS 290–73/Am 63 STAS 95–75. Bandă t A 0,5 × 50 STAS 427–73/Cu 5 STAS 270–74.**

Tabela 20.22. **Table și plăci.** Dimensiuni, în mm

Cupru			Alamă			Aluminiu	
Table		Plăci	Table		Plăci	Table	
STAS 426–73		STAS 2429–68	STAS 289–73		STAS 2430–68	STAS 428–74	
1		2	3		4	5	
0,30	1,20	6	0,30	1,20	6	0,30	1,80
0,35	1,30	7	0,35	1,30	7	0,35	2,00
0,40	1,40	8	0,40	1,40	8	0,40	2,20
0,45	1,50	10	0,45	1,50	10	0,45	2,50
0,50	1,60	12	0,50	1,60	12	0,50	2,80
0,55	1,80	14	0,55	1,80	14	0,60	3,00
0,60	2,00	16	0,60	2,00	16	0,70	3,20
0,65	2,20	18	0,65	2,20	18	0,80	3,50
0,70	2,50	20	0,70	2,50	20	0,90	4,00

Tabela 20.22 (continuare)

Cupru			Alamă			Aluminiu	
Table		Plăci	Table		Plăci	Table	
STAS 426–73		STAS 2429–68	STAS 289–73		STAS 2430–68	STAS 428–74	
1		2	3		4	5	
0,75	2,80	22	0,75	2,80	22	1,00	4,50
0,80	3,00	25	0,80	3,00	25	1,20	5,00
0,85	3,20	28	0,85	3,20	28	1,50	
0,90	3,50	30	0,90	3,50	30		
0,95	4,00		0,95	4,00			
1,00	4,50		1,00	4,50			
1,10	5,00		1,10	5,00			

Formate

Lăţimi	Lăţimi	Lăţimi	Lăţimi	Lăţimi
300 750 500 1 000	500 1 000	300 750 500 1 000	500 1 000	500 1 250 700 1 500
Lungimi	**Lungimi**	**Lungimi**	**Lungimi**	**Lungimi**
1 000 2 000 1 500	1 000 2 000	1 000 2 000 1 500	1 000 2 000	500 3 000 6 000 1 000 5 000 8 000

Grade de ecruisare

m; 1/2 t; t		m; 1/2 t; t	m; t	M — laminat O — recopt HD—jumătate tare HH — tare

Observaţii. 1. Tablele din cupru şi alamă au două clase de precizie: A şi B. 2. *Exemple de notare;* **Tablă 1/2 t A 0,15 × 500 × 2 000 STAS 426—73/Cu 5 STAS 270—74; Placă t 14 × 1 000 × 2 000 STAS 2429—68/Cu 5; Tablă m A 2 × 300 × 1 000 STAS 289—73/Am 63 STAS 95—75; Placă t 22 × 500 × 2 000 STAS 2430—68/Am 60; Tablă HD 0/35 × 500 × 1 000 STAS 428—74/Al 99,5 STAS 7607—72.** 3. *Material*: Col. 1: Cu 5, Cu 9 STAS 270—66 pentru scopuri generale; Cu 9 STAS 270—66 pentru piese cu anumită conductivitate electrică; Col. 2: Cu 5 şi Cu E STAS 270—66; Col. 3. Am 63 STAS 95—75; Col. 4: Am 60 şi Am 63 STAS 95—75; Col. 5: Al 99% pentru utilizări generale. Al 99,5% pentru **utilizări speciale în industria chimică, alimentară şi electrotehnică.**

Tabela 20.23. **Sîrme rotunde.** Diametre, în mm

1			2				3	
Sîrmă de cupru pentru conductoare de bobinaj STAS 685—74			Sîrmă de alamă STAS 390—77				Sîrmă de aluminiu pentru nituri STAS 4049—71	
0,020	0,400	1,700		0,80	2,60	(4,60)	0,90	**3,88**
0,025	0,450	1,800		0,85	2,70	(4,70)	1,10	**4,50**
0,032	0,500	1,900	0,15	0,90	2,80	4,80		
0,040	0,560	2,000	0,18	0,95	2,90	(4,90)	1,30	**4,88**
0,050	0,630	2,120	0,20	1,00	3,00	5,00		
0,063	0,710	2,240	0,22	1,10	3,10	(5,10)	1,60	**5,50**
0,071	0,750	2,360	0,25	1,20	3,20	5,20	1,94	**5,58**
0,080	0,800	2,500	0,28	1,30	(3,30)	5,30		
0,090	0,850	2,650	0,30	1,40	3,40	(5,40)	2,18	**6,50**
0,100	0,900	2,800	0,32	1,50	3,50	5,50		
0,112	0,950	3,000	0,35	1,60	(3,60)	6,00	2,24	**6,90**
0,125	1,000	3,150	0,38	1,70	(3,70)	6,50		
0,140	1,060	3,350	0,40	1,80	3,80	7,00	2,48	**7,90**
0,160	1,120	3,550	0,45	1,90	(3,90)	7,50	2,54	**8,90**
0,180	1,180	3,750	0,50	2,00	4,00	8,00		
0,200	1,250	4,000	0,55	2,10	(4,10)	8,50	2,88	**9,90**
0,224	1,320	4,250	0,60	2,20	4,20	9,00		
0,250	1,400	4,500	0,65	2,30	4,30	9,50	3,38	**11,80**
0,280	1,500	4,750	0,70	2,40	4,40	10,00		
0,315	1,600	5,000	0,75	2,50	4,50			
0,355								

Observaţii. 1. Sîrma de cupru pentru nituri şi cuie este indicată în STAS 683-68. 2. Sîrma de alamă are gradele de duritate: m (moale), 1/2 t (jumătate tare) şi **t (tare).** 3. Sîrma de aluminiu are starea de ecruisare 1/2 t (jumătate tare). 4. *Exemple de notare:* **Sîrmă bobinaj 0,08 STAS 685—74/Cu E STAS 642—71; Sîrmă rotundă 1/2 t 1,8 STAS 390—70/Am 63 STAS 95—75; Sîrmă 3,88 STAS 4049—71/Al 99,5.** 5. *Material* **Col. 1: Cu** E STAS 95—75; Col. **2:** Am 63 STAS 95—75 pentru toate dimensiunile, Am **58 pentru dimensiuni** de 5 mm şi mai **mari**; Col. 3: Al 99,5% **sau** Al 99% **conform** STAS **7607—72.**

Tabela 20.24. **Țevi rotunde trase din cupru (STAS 523–74), alamă (STAS–521-72) și aluminiu (STAS 524–74)**

Diametrul exterior D mm	Grosimea peretelui mm																														
	0,5			0,75			1			1,5			2			2,5			3			4			5			6	8	10	12
	Cu	Am	Al	Cu	Am	Al	Cu	Am	Al	Cu	Am	Al	Cu	Am	Al	Cu	Al	Am	Cu	Am	Al	Cu	Am	Al	Cu	Am	Al	Al			
3		×																													
4		×																													
5	×	×		×		×	×	×	×																						
6	×	×		×		×	×	×	×	×	×																				
7	×	×		×			×	×		×																					
8	×	×		×		×	×	×	×	×	×	×	×	×																	
9	×	×		×			×	×		×	×		×	×		×															
10	×	×		×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×		×													
11				×			×	×		×	×		×			×			×												
12		×				×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										
13		×					×	×		×	×		×	×		×			×	×											
14		×				×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×		×	×		×										
15		×				×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×		×	×	×	×										
16		×				×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×		×	×	×	×										
17		×					×	×		×			×			×	×		×												
18						×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×		×	×	×	×	×									
19		×					×	×		×	×		×	×		×			×			×									
20		×				×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×		×	×						
21								×																	×						
22							×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×			×						
23							×	×		×	×		×			×	×		×	×		×			×						
24							×	×		×			×	×		×			×	×		×			×						
25							×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×			×						
26							×	×		×			×	×		×	×		×	×		×			×						
27							×			×			×			×			×			×		×	×		×	×			
28							×	×	×	×	×	×	×	×	×	×		×	×	×	×	×		×	×		×	×			
30							×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×			×						
31										×			×			×			×			×		×	×		×	×	×		
32										×	×	×	×	×	×	×		×	×		×	×			×						
34										×	×		×	×		×			×			×		×	×		×	×	×		
35										×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×		×	×		×	×	×		
36										×		×	×		×	×		×	×		×	×		×	×		×	×	×		
38										×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×		×	×		×	×	×	×	
40										×	×	×	×	×	×	×	×	×	×		×	×		×	×		×	×	×	×	
42										×		×	×	×	×	×		×	×		×	×		×	×		×	×	×	×	
44													×			×			×			×			×						
45												×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×		×	×		×	×	×	×	
46													×			×			×			×			×						
48													×			×			×			×			×						
50													×	×	×	×	×	×	×	×	×	×		×	×		×	×	×	×	
52													×			×			×			×			×						
53													×			×			×			×			×						
54														×						×											
55													×	×	×	×		×	×	×	×	×		×	×		×	×	×	×	×
56													×			×			×			×									
57													×		×	×		×	×		×	×					×	×	×	×	×
60													×	×	×	×		×	×	×	×	×		×	×		×	×	×	×	×
65															×	×		×	×		×	×		×	×		×	×	×	×	×
68																×			×			×									
70														×		×		×	×	×	×	×		×	×		×	×	×	×	×
75																	×	×		×	×			×	×		×	×	×	×	×
76																			×			×									
80																		×	×		×	×		×	×		×	×	×	×	×

Observații. **1.** Țevile de alamă se fabrică cu gradele de ecruisare: m (moale) și 1/2 t (jumătate tare); țevile de cupru cu gradele de ecruisare: O (moale), HA (jumătate tare) și HB (tare); țevile de aluminiu: O (recopt), HD (jumătate tare); MM tare); TB (călit și îmbătrînit natural) și TF (călit și îmbătrînit artificial). **2.** *Exemplu de notare*: **țeavă HA 20 × 5 STAS 523–74/Cu 99,9 STAS 270/1–74; țeavă m 38 × 1,5/STAS 521–72/Am 63 STAS 95–75; țeavă HD 10 × 0,75 STAS 524–74/Al 99,5 STAS 7607–72 Ediția II –1973. 3.** *Material*: Țevi cupru: Cu 99,9 b; Cu 99,95; Cu 99,9; Cu 99,5 conform STAS 270/1–74; Țevi alamă: Am 60 și Am 63 conform STAS 95–75; Țevi aluminiu: Al 99; Al 99,5; Al 99,7 conform STAS 7607–72 Ediția II–1973 și din mărcile de aliaje de aluminiu Al Mg Si; AlSiMgMn; AlCu4Mg1,5Mn; Al Mn Mg; Al Zn 5 Mg 2 Cu Cr conform STAS 7608–71.

2. MASE

Tabela 20.25. **Masa a 1 000 m sîrmă, în kg**

Diametrul sîrmei, mm	Oțel	Cupru	Alamă	Aluminiu	Diametrul sîrmei mm	Oțel	Cupru	Alamă	Aluminiu
0,07		0,034			1,55		16,790		
0,08		0,045			1,60	15,800	17,900	17,090	
0,09		0,057			1,64				5,770
0,10		0,070	0,067		1,65		19,030		
0,11		0,085			1,70		20,200	19,293	
0,12		0,101	0,096		1,75		21,400		
0,13		0,118			1,80	20,000	22,600	21,630	
0,14		0,137			1,90		25,200	24,100	
0,15		0,157	0,150		1,94				8,070
0,16	0,158	0,179			2,00	24,700	28,000	26,704	8,480
0,18	0,200	0,226	0,216		2,10		30,800	29,441	
0,20	0,247	0,280	0,267		2,20	29,800	33,800	32,311	
0,22	0,298	0,338	0,323		2,24				10.800
0,25	0,385	0,437	0,417		2,30		37,000	35,315	
0,28	0,483	0,548	0,523		2,40		40,300	38,453	
0,30	0,555	0,629	0,601		2,50	38,500	43,700	41,724	13.230
0,32		0,716	0,634		2,54				13.800
0,35		0,856	0,818		2,60		47,200	45,129	
0,38		1,010	0,964		2,70		51,000	48,667	
0,40	0,986	1,120	1,068		2,80	48,300	54,300	52,339	
0,42	1,250	1,420	1,352		2,90		58,800	56,144	
0,45		1,610			3,00	55,500	82,900	60,083	19.060
0,50	1,540	1,750	1,669	0,530	3,10	59,200	67,200		
0,55	1,870	2,110	2,013		3,20		71,600	68,361	
0,60	2,220	2,520	2,403		3,30		78,100		
0,65		2,950	2,821		3,40	71.300	80,700		
0,70	3,020	3,430	3,271		3,50		85,600	81,780	25.970
0,75		3,930	3,755		3,60		90,600		
0,80	3,950	4,470	4,273		3,80	89,000	100,900	96,399	
0,85		5,050	4,823		4,00	98,500	111,800	106,814	33.910
0,90	4,990	5,670	5,407		4,20	109	123,300		
0,94				1,890	4,50		141,600	135,187	42.930
0,95		6,290	6,024		4,80		161,100		
1,00	6,170	7,000	6,676	2,120	5,00	154	174,800	166,897	53.000
1,05		7,710			5,20		189,000		
1,10	7,460	8,460	8,078		5,50	187	211,000	201,946	64.120

Tabela 20.25 **(continuare)**

Diametrul sîrmei, mm	Oțel	Cupru	Alamă	Aluminiu	Diametrul sîrmei, mm	Oțel	Cupru	Alamă	Aluminiu
1,14				2,790	6,00	222	252,000	240,332	76,320
1,15		9,240			6,50	260		282,056	89,580
1,20	8,880	10,050	9,613		6,80	285			
1,25		10,920			7,50	347		375,518	119,300
1,30	10,400	11,810	11,282		7,80	375			
1,34				3,850	8,20	415			
1,35		12,740			8,40	438			
1,40	12,100	13,700	13,085		8,80	477			
1,45		14,700			9,20	522		602,480	
1,50		15,730	15,020	4,770	9,50	556			

Tabela 20.26. **Masa plăcilor de metal, în kg/m²**

Grosimea plăcii, mm	Fontă	Oțel	Cupru	Alamă	Bronz	Zinc	Plumb	Duraluminiu
1	7,25	7,85	8,90	8,50	8,6	7,2	11,37	2,8
2	14,50	15,70	17,80	17,00	17,2	14,4	22,74	5,6
3	21,75	23,55	26,70	25,50	25,8	21,6	34,11	8,4
4	29,00	31,40	35,60	34,00	34,4	28,8	45,48	11,2
5	36,25	39,25	44,50	42,50	43,0	36,0	56,85	14,0
6	43,50	47,10	53,40	51,00	51,6	43,2	68,22	16,8
7	50,75	54,95	62,30	59,50	60,2	50,4	79,59	19,6
8	58,00	62,80	71,20	68,00	68,8	57,6	90,96	22,4
9	65,25	70,65	80,10	76,50	77,4	64,8	102,33	25,2
10	72,50	78,50	89,00	85,00	86,0	72,0	113,70	28,0
11	79,75	86,35	97,90	93,50	94,6	79,2	125,07	30,8
12	87,00	94,20	106,80	102,00	103,2	86,4	136,44	33,6
13	94,25	102,25	115,70	110,50	111,8	93,6	147,81	36,4
14	101,50	109,90	124,60	119,00	120,4	100,8	159,18	39,2
15	108,75	117,75	133,50	127,50	129,0	108,0	170,55	42,0
16	116,00	125,60	142,40	136,00	137,6	115,2	181,92	44,8
17	123,25	133,45	151,30	144,50	146,2	122,4	193,29	47,6
18	130,50	141,30	160,20	153,00	154,8	129,6	204,66	50,4
19	137,75	149,15	169,10	161,50	163,4	136,8	216,03	53,2
20	145,00	157,00	178,00	170,00	172,0	144,0	227,40	56,0
21	152,25	164,85	186,90	178,50	180,6	151,2	238,77	58,8
22	159,50	172,70	195,80	187,00	189,2	158,4	250,14	61,6
23	166,75	180,55	204,70	195,50	197,8	165,6	261,51	64,8
24	174,00	188,40	213,60	204,00	206,4	172,8	272,88	67,4
25	181,25	196,25	222,50	212,50	215,0	180,0	284,25	70,0
26	188,50	204,10	231,40	221,00	223,6	187,2	295,62	72,6
27	195,75	211,95	240,30	229,50	232,2	194,4	306,99	75,2
28	203,00	219,80	249,20	238,00	240,8	201,6	318,36	78,8
29	210,25	227,65	258,10	246,50	249,4	208,8	329,73	81,4
30	217,50	235,50	267,00	255,00	258,0	216,0	341,10	84,0

Tabela 20.27. **Masa unui metru de oțel pătrat, hexagonal și rotund, în kilograme**

Grosimea d mm	Greutatea în kg/m a	Greutatea în kg/m b	Greutatea în kg/m c	Grosimea d mm	Greutatea în kg/m a	Greutatea în kg/m b	Greutatea în kg/m c	Grosimea d mm	Greutatea în kg/m a	Greutatea în kg/m b	Greutatea în kg/m c
5	0,196	0,170	0,154	50	19,625	16,995	14,413	170	226,865	196,471	178,179
6	0,283	0,245	0,222	52	21,226	18,383	16,671	175	240,406	208,198	188,815
7	0,385	0,333	0,302	54	22,891	19,824	17,978	180	254,340	220,265	199,758
8	0,502	0,435	0,395	55	23,746	20,560	18,650	185	268,666	232,638	211,010
9	0,636	0,551	0,499	56	24,618	21,320	19,335	190	283,385	245,419	222,570
				58	26,407	22,870	20,740	195	298,496	258,506	234,438
10	0,785	0,680	0,617	60	28,260	24,474	22,195	200	314,000	271,932	246,615
11	0,950	0,823	0,746	62	30,175	26,133	23,700	205	329,896	285,927	259,100
12	1,130	0,979	0,888	64	32,154	27,846	25,253	210	346,185	299,805	271,893
13	1,327	1,149	1,042	65	33,160	28,720	26,050	215	362,866	314,251	284,994
14	1,539	1,332	1,208	66	34,195	29,614	26,856	220	379,940	329,037	298,404
								225	397,406	344,164	312,122
15	1,766	1,530	1,387	68	36,298	31,436	28,509	230	415,265	359,631	326,148
16	2,010	1,740	1,578	70	38,465	33,312	30,210	235	433,516	375,437	340,483
17	2,269	1,965	1,782	72	40,694	35,243	31,961	240	452,160	391,583	355,126
18	2,543	2,203	1,998	74	42,987	37,228	33,762	245	471,196	408,068	370,077
19	2,834	2,454	2,226	75	44,130	38,240	34,680	250	490,625	424,894	385,336
20	3,140	2,719	2,466	76	45,342	39,267	35,611	255	510,446	442,060	400,904
21	3,462	2,998	2,719	78	47,759	41,361	37,510	260	530,660	459,565	416,779
22	3,799	3,290	2,984	80	50,240	43,509	39,458	265	551,266	477,411	432,963
23	4,153	3,596	3,261	85	56,716	49,118	44,545	270	572,265	495,597	449,456
24	4,522	3,916	3,551	90	63,585	55,067	49,940	275	593,656	514,022	466,257
25	4,906	4,249	3,853	95	70,846	61,355	55,643	280	615,440	532,988	483,365
26	5,307	4,596	4,168	100	78,500	67,983	61,654	285	637,616	552,193	500,783
27	5,723	4,956	4,495	105	86,546	74,951	67,973	290	660,185	571,738	518,508
28	6,154	5,330	4,834	110	94,985	82,260	74,601	295	683,146	591,623	536,542
29	6,602	5,717	5,185	115	103,816	89,908	81,537	300	706,500	611,848	554,884
30	7,065	6,118	5,549								
32	8,038	6,961	6,313	120	113,040	97,896	88,781	305	730,246	632,413	573,534
34	9,075	7,859	7,127	125	122,656	106,224	96,334	310	754,385	653,318	592,493
35	9,616	8,328	7,550	130	132,665	114,891	104,195	315	778,916	674,563	611,759
36	10,174	8,811	7,990	135	143,066	123,899	112,364	320	803,840	696,148	631,334
38	11,335	9,817	8,903	140	153,860	133,247	120,841	325	829,156	718,071	651,218
40	12,560	10,877	9,865	145	165,046	142,934	129,627	330	854,865	740,336	671,409
42	13,847	11,992	10,876	150	176,625	152,962	138,721	335	880,966	762,940	691,909
44	15,198	13,162	11,936	155	188,596	163,329	148,123	340	907,460	785,885	712,717
45	15,896	13,766	12,485	160	200,960	174,036	157,834	345	934,346	809,169	733,834
46	16,611	14,385	13,046	165	213,716	185,084	167,852	350	961,625	832,793	755,258
48	18,086	15,663	14,205								

Observație. Pentru următoarele materiale greutatea în kilograme pe metrul liniar se obține multiplicînd valorile din tabela de mai sus cu coeficienții : 1,083 la alamă ; 1,134 la cupru ; 1,096 la bronz ; 0,924 la fontă ; 1,448, la plumb ; 0917 la zinc.

Capitolul **21**

SUDAREA, TĂIEREA ŞI LIPIREA METALELOR

1. SUDAREA METALELOR

1.1. GENERALITĂŢI

Sudarea este procedeul tehnologic de îmbinare nedemontabilă a două piese metalice, ale căror suprafeţe de îmbinat au fost aduse prin încălzire, în stare plastică sau lichidă, cu sau fără *metal de adaos*; piesele de sudat pot avea aceeaşi compoziţie sau compoziţii apropiate.

Sudură se numeşte zona în care se face îmbinarea.

Cusătura este sudura pe o linie, fie continuă, fie cu întreruperi.

Metal de bază este metalul din care este executată piesa de sudat.

Metal depus rezultă din topirea metalului de adaos, care, amestecîndu-se parţial cu metalul de bază topit, formează după solidificare cusătura.

1.2. PROCEDEE TEHNOLOGICE

După starea metalului la locul de sudat, se deosebesc două procedee de sudare: sudarea prin topire şi sudarea prin presiune.

1.2.1. Sudarea prin topire. Sudarea prin topire este procedeul de îmbinare a două piese, prin topirea locală a acestora, cu sau fără metal de adaos şi fără a exercita o presiune statică sau un şoc asupra lor.

După caracterul procesului tehnologic, procedeele uzuale de sudare prin topire se clasifică astfel:
- sudare cu gaz (de exemplu, oxiacetilenică);
- sudare cu arc;
- sudare cu hidrogen atomic;
- sudare aluminotermică prin topire.

a. **Sudarea cu gaz.** La sudarea cu gaz, pentru obţinerea căldurii necesare topirii, se foloseşte flacăra unui gaz care arde într-un arzător (fig. 21.1.). Gazele folosite în mod curent în acest scop sînt oxigenul şi acetilena.

Oxigenul tehnic (STAS 2031-77) este obţinut din aerul atmosferic şi introdus în butelii de oţel, comprimat la 150 at. Pentru obţinerea presiunii de lucru (1—10 at), se montează la butelia de oxigen un regulator de presiune.

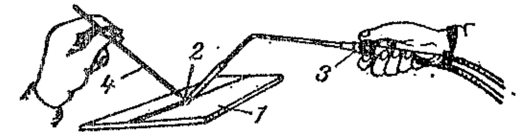


Fig. 21.1. Sudarea cu gaz: 1 — metal de bază; 2 — flacără; 3— arzător; 4 — metal de adaos.

Acetilena se obţine de obicei prin acţiunea apei asupra carbidului folosindu-se în acest scop *generatoare de acetilenă* mobile sau fixe. Acetilena se mai foloseşte şi sub formă de acetilenă dizolvată; aceasta este comprimată în butelii umplute cu o masă poroasă.

Amestecul oxigenului cu acetilenă pentru producerea flăcării oxiacetilenice de sudare se realizează cu ajutorul unor *arzătoare* (STAS 4137-70).

Conducerea gazelor sub presiune de la generatoare sau de la butelii la arzătoare se face prin *tuburi de cauciuc* (STAS 263-71).

Generatoarele de acetilenă sînt prevăzute cu supape hidraulice de siguranţă care împiedică întoarcerea flăcării în generator.

Sudarea cu gaz se realizează fără dificultăţi la oţeluri cu conţinut redus de carbon (conţinutul în carbon sub 0,3%), mai greu la oţelurile cu conţinut mediu de carbon (0,3—0,5%) şi foarte greu la oţeluri cu conţinut mare de carbon (peste 0,5%). În ultimul caz se recomandă preîncălzirea piesei de sudat, pentru a evita călirea metalului de bază în jurul cusăturii. Ca material de adaos se foloseşte de obicei o sîrmă de oţel moale (STAS 1126-76) cu diametre de 1—8 mm.

Pentru sudarea pieselor de fontă, acestea se preîncălzesc local sau total la temperaturi de 400—800°C: ca flux se foloseşte boraxul, iar ca material de adaos vergele de fontă.

La sudarea pieselor de cupru trebuie folosite arzătoare cu flacără puternică, iar în cazul pieselor de dimensiuni mari, acestea trebuie încălzite pe vetre speciale. Ca material de adaos se folosesc vergele de cupru-argint (STAS 295-71), iar ca flux boraxul cu diferite adaosuri (68% borax + 10% acid boric + 2% mangal + 20% clorură de sodiu).

Sudarea cu gaz a alamei se face folosind vergele de alamă cu un mic conţinut de aluminiu. Compoziţia chimică şi domeniul de utilizare pentru aceste vergele sînt indicate în STAS 294-70 şi 204-77.

Pentru sudarea bronzului se folosesc vergele de adaos ce conţin aluminiu, fosfor şi mangan. După sudare, piesele se încălzesc la 560—600C° şi apoi se răcesc pentru a se obţine o structură îmbunătăţită.

La sudarea aluminiului este necesar să se folosească o flacără reducătoare; pentru eliminarea tensiunilor interne trebuie ca piesele să fie încălzite după sudare la temperatura de 300—350°C şi apoi răcite. Ca material de adaos se utilizează vergelele de aluminiu (99%Al) sau de aliaj cu 92% Al şi 8% Cu. Fluxurile folosite pentru micşorarea oxidării aluminiului au următoarea compoziţie:

$$15\%\ LiCl + 7\%\ KF + 3\%\ NaHSO_4 + 30\%\ NaCl + 45\%\ KCl.$$

Sîrma de oţel, pentru sudare este standardizată prin STAS 1126-76. Diametrele sîrmei sînt de: 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,25; 1,6; 1,8; 2,0; 2,5; 3,15; 3,25, 4,0; 5,0; 6,0; 6,3; 8,0: 10; 12; 12,5 mm.

În tabela 21.1 sînt date indicaţii de folosire pentru diferitele mărci ale sîrmei de sudare.

Tabela 21.1. **Sîrmă din oţel pentru sudare (STAS 1126—76)**

Marca sîrmei	Indicaţii de utilizare	Marca sîrmei	Indicaţii de utilizare
S10*)	Sudarea oţelurilor carbon şi slab aliate	S29Cr1	Încărcare prin sudare
S10Mn1*)		S32MoCr6*)	
S10Mn1,5		S40CrMn1Si1	
S12Mn2*)		S50MoCr1	
S10Mn1Si		S80Cr	
S10Mn1Ni1*)		S95	
S08Mn1NiCu		S10Mo1Cr2,5	Sudarea oţelurilor înalt aliate
S10Mo*)		S10MoCr6	
S10MnMo*)		S10Mo1Cr9	
S12Mn2Mo*)		S10Cr17	
S12MoNi		S10Cr17Ti	
S10Mn1MoNi1		S08Cr14	
S10MoCr		S10Cr25Ti	
S12MoCr1		S12Cr26Ni20*)	
S10Mn1MoCr1		S03Cr19Ni9	
S10MoCrNi1		S06Cr19Ni9	
S11Mn2Si*)		S03Cr19Ni11Mo2,5	
S11Mn2SiTi		S06Cr19Ni11Mo2,5	
S10Mn1SiNi1Mo		S08Cr19Ni10Mo2,5Ti	
S10Mn1SiNiCu		S03Cr19Ni10Nb	
S12Mn1SiNi1Ti*)		S06Cr19Ni10Nb	
S12Mn2SiCr		S03Cr19Ni3Mo2,5Nb	
S11Mn2SiMo		S06Cr19Ni13Mo2,5Nb	
S12SiMoCr1		S06Cr25Ni13	
S10Mn1SiMoCr1		S12Cr19Ni9Mu7	
		S12Cr26Ni4Si	

*) Mărci de fabricaţie curentă

La sudarea fontei, ca material de adaos sînt folosite bare de aceeaşi compoziţie cu a metalului de sudat. Pentru sudarea fontei cenuşii, la noi în ţară se fabrică două calităţi de vergele rotunde cu diametru de 4—14 mm, turnate din fontă cenuşie VT-S30 cu 3—3,5% Si şi VT-S36 cu 3,6—4,8% Si.

Marca VT-S36 poate fi folosită şi la sudarea la semicald, adică cu preîncălzirea la o temperatură de 300—350°C.

Rezistenţa maximă la tracţiune a sîrmelor din oţel carbon trebuie să corespundă valorilor din STAS 889-76 pentru sîrma tare.

Rezistenţa la tracţiune a sîrmelor din oţel aliat şi înalt aliat are valorile: 90 ... 160 kgf/mm² pînă la 0,8 mm; 80 ... 150 kgf/mm² la Ø 0,8 ... 1,6 mm; 70 ... 140 kgf/mm² la Ø 2,0 ... 2,5 mm şi 55 ... 100 kgf/mm² la Ø 3,25 mm şi peste

La sudarea metalelor este foarte important să se menţină corect caracterul reducător al flăcării.

Puterea flăcării se alege în funcţie de grosimea tablei, de metoda de sudare şi de natura metalului.

Caracteristicile suflaiurilor pentru sudarea oxiacetilenică sînt arătate în tabela 21.2.

Tabela 21.2. **Caracteristicile suflaiurilor prin sudarea oxiacetilenică**

Numărul suflaiului (mărimea)	0	1	2	3	4	5	6	7
Consumul maxim de acetilenă, l/h	75	150	300	500	750	1200	1700	2500
Consumul maxim de oxigen, l/h	85	165	330	550	825	1320	1870	2750
Lungimea nucleului luminos, mm	6	8	12	15	17	19	21	23
Grosimea de sudat, mm	0,5—1	1—2	2—4	4—6	6—9	9—14	14—20	20—30
Suprapresiunea de lucru a oxigenului, kgf/cm²	1,5—2	2—2,5	2—3	2,5—3	2,5—3	3—3,5	3—4	3—4
Suprapresiunea de lucru a acetilenei, kgf/cm²	0,1—0,6							

b. **Sudarea cu arc electric.** Căldura este produsă de un arc electric format fie între metalul de bază şi electrod, fie între mai mulţi electrozi.

Sudarea cu arc electric se poate executa prin acţiune directă sau prin acţiune indirectă.

La sudarea cu arc prin acţiune directă, piesa este introdusă în circuitul electric de sudare, iar arcul se formează între piesă şi electrod.

La sudarea cu arc prin acţiune indirectă, arcul se formează între doi electrozi, iar sursa de curent nu este în contact cu piesa. După ma-

terialul din care este confecționat electrodul, sudarea cu arc electric se poate executa :

— cu electrod de metal ;
— cu electrod de cărbune.

Sudarea cu electrod de metal (Procedeul Slavianov). Electrodul este o vergea de metal, care prin topire constituie adaosul de metal (fig. 21.2). El poate fi învelit sau cu inimă. În loc de înveliș se poate folosi fie un gaz protector care înconjură arcul și metalul topit, fie un material de protecție granulat. Se poate folosi atît curentul continuu, cît și cel alternativ.

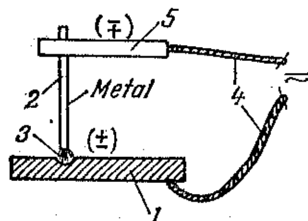


Fig. 21.2. Schema sudării cu electrod de metal :
1 — metal de bază ; *2* — electrod de metal ; *3* — arc electric ; *4* — conductori ; *5* — port-electrod.

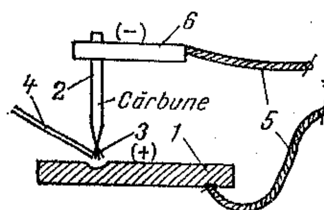


Fig. 21.3. Schema sudării cu electrod de cărbune:
1 — metal de bază ; *2* — electrod de cărbune ; *3* — arc electric ; *4* — vergea pentru sudat ; *5* — conductori ; *6* — port-electrod.

Sudarea cu electrozi de cărbune (Procedeul Benardos). Se folosesc unul sau mai mulți electrozi de cărbune și, dacă este nevoie, și adaos de metal (fig. 21.3). Și în acest caz se poate folosi un gaz protector. Acest procedeu folosește, de obicei, curent continuu ; electrodul este în legătură cu polul negativ, iar metalul — cu polul pozitiv.

Utilajul pentru sudarea cu arc electric se compune, în general din generatoare de sudură, de curent continuu, transformator de sudură pentru curent alternativ și diferite accesorii pentru posturile de sudură.

Agregatul de sudură este format din generatorul de curent continuu și din motorul (electric sau cu ardere internă) care-l antrenează ; aceste furnizează tensiunea de circa 45 V, necesară amorsării arcului electric.

Transformatorul de sudură se folosește la sudarea cu curent alternativ ; el reduce tensiunea de 220 sau 380 V a rețelei la circa 60 V, cît este necesar pentru amorsarea arcului electric. Transformatorul permite reglarea intensității curentului de sudură corespunzător cu grosimea metalului de bază și diametrul electrodului.

Accesoriile posturilor de sudură manuală cu arc se compun din portelectrozi, scule și dispozitive de prindere, conductori flexibili pentru conducerea curentului (STAS 1020-70), masă de sudură, paravane și material de protecție (șorțuri de piele, mănuși, mască etc.).

Electrozii metalici pentru sudarea electrică manuală sînt confecționați din vergele rotunde cu diametre între 2,0 și 6 mm. Ei sînt acoperiți cu un înveliș care apără metalul depus în stare topită de influența

vătămătoare a oxigenului și azotului din aer. Uneori, electrozii conțin elemente de aliere, care îmbunătățesc metalul cusăturii.

Electrozii înveliți pentru sudarea oțelurilor (STAS 1125-76) se clasifică după destinație în următoarele cinci grupe :

I — electrozi pentru sudarea oțelurilor carbon și slab aliate cu $R(\sigma_r) \leqslant 54$ daN/mm² (55 kgf/mm²) ;

II — electrozi pentru sudarea oțelurilor de înaltă rezistență cu $R(\sigma_r) > 54$ daN/mm² (55 kgf/mm²) ;

III — electrozi pentru sudarea oțelurilor slab aliate rezistente la temperaturi pînă la 600°C ;

IV — electrozi pentru încărcarea prin sudare cu metal avînd proprietăți speciale ;

V — electrozi pentru sudarea oțelurilor înalt aliate inoxidabile, anticorosive și refractare.

Electrozii înveliți pentru sudarea oțelurilor carbon și slab aliate fac parte din grupele I, II și III.

Simbolizarea acestor electrozi se face astfel :

— Caracteristicile mecanice se simbolizează după valorile minime ale rezistenței la tracțiune, alungirii și rezilienței.

— Compoziția chimică se simbolizează prin literele elementelor principale de aliere urmate de o cifră care reprezintă conținutul mediu al elementului de aliere.

— Caracterul învelișului se simbolizează prin litere : A — acid B — bazic, C — celulozic, O — oxidant, R — rutilic, T — titanic, V — altele.

— Grosimea învelișului în funcție de raportul dintre diametrul (D) al electrodului învelit și diametrul vergelei (d) se simbolizează prin litere : *s* — înveliș subțire, cu raportul D/d = max. 1,4 ; *m* — înveliș mediu, cu raportul $D/d = 1,4 \ldots 1,55$; *g* — înveliș gros, cu raportul $D/d = 1,55 \ldots 1,7$; *f·g*—foarte gros, cu raportul D/d=peste 1,7.

— Pozițiile de sudare se simbolizează astfel : *1* — toate pozițiile ; *2* — toate pozițiile, exceptînd poziția verticală de sus în jos ; *3* — poziția orizontală, orizontală în jghiab și ușor înclinată ; *4* — orizontală și orizontală în jgheab.

— Caracterul curentului de sudare se simbolizează cu : 1 pentru curentul continuu și alternativ, și 2 pentru curentul continuu.

— Caracteristicile tehnice speciale se simbolizează prin : *H* — — electrozi cu conținut redus de hidrogen ; P — electrozi cu pătrundere adîncă ; Fe — electrozi cu înveliș care conține pulbere de fier de min. 15 %.

Caracteristicile mecanice ale metalului depus şi ale îmbinărilor sudate pentru tipurile de electrozi din grupele I şi II trebuie să corespundă celor cuprinse în tabela 21.3.

Caracteristicile mecanice ale metalului depus pentru tipurile de electrozi din grupa III trebuie să corespundă tabelei 21.4.

Electrozii înveliţi pentru încărcarea prin sudare cu metal avînd proprietăţi speciale se includ în grupa IV.

Ei se clasifică în tipuri pe baza compoziţiei chimice pe grupe de aliere şi a metalului depus prin încărcare.

Clasificarea mărcilor în cadrul fiecărui tip se face după caracterul pe baza învelişului, poziţiei de sudare etc.

Compoziţia chimică a acestor electrozi se simbolizează cu numărul grupei în funcţie de gradul de aliere a metalului depus; duritatea metalului depus se simbolizează după valoarea minimă a durităţii Brinell sau Rockwell, iar proprietăţile speciale prin litere astfel: *r* — rezistent la ruginire (numai la acţiunea apei, aburului de apă şi a atmosferei), c — rezistent la coroziune, o — rezistent la coroziune prin oxidare la cald la temperaturi peste 600°C, t — termostabil la temperaturi ridicate e — rezistent la eroziune şi cavitaţie, a — rezistent la aşchiere şi tăiere, d — se durifică şi se ecruisează la rece, n — nu se magnetizează.

Compoziţia chimică a tipurilor de electrozi în funcţie de gradul de aliere, duritate şi de proprietăţile speciale ale metalului depus este redată în tabela 21.5.

Electrozii înveliţi pentru sudarea fontei cu grafit lamelar sau nodular şi a fontei maleabile se clasifică, în funcţie de felul aliajului folosit ca vergea, în următoarele tipuri:

EF — FeC electrod cu vergea din fontă;
EF — Fe electrod cu vergea din oţel;
EF — NiFe electrod cu vergea din fero-nichel;
EF — NiCu electrod cu vergea din nichel-cupru (monel);
EF — Ni electrod cu vergea din nichel;
EF — CuAl electrod cu vergea din bronz cu aluminiu;
EF — CuSn electrod cu vergea din bronz cu staniu.

După caracterul învelişului electrozii se clasifică în: B — bazici, G — pe bază de grafit, S — pe bază de săruri, V — alţi.

Un electrod cu vergea din aliaj fero-nichel, avînd diametrul de 4 mm şi lungimea de 450 mm, cu înveliş pe bază de grafit se notează astfel: EF — NiFe Ø 4 × 450 G STAS 7242-69.

Tabela 21.3. **Caracteristicile mecanice ale electrozilor înveliţi din grupele I şi II pentru sudarea oţelurilor carbon şi slab aliate**

Grupa	Tipul electrodului	Metalul depus								Îmbinare sudată	
		$R(\sigma_r)$	$R_c(\sigma_c)$	$A_5(\delta_5)$	KCU 30/2 la 20°C	KV la 0°C	KV la −20°C	Sulf	Fosfor	$R(\sigma_r)$	Unghi de îndoire la rece
		daN/mm² (kgf/mm²) min.	daN/mm² (kgf/mm²) min.	% min.	da J/cm² (kgf.m/cm²) min.	daJ (kgf.m) min.	daJ (kgf.m) min.	% max.	% max.	daN/mm² (kgf/mm²) min	grade min.
I	E 38.18	37,3(38)	—	18	—	—	—	0,05	0,05	37,3(38)	Se va considera egal cu valoarea unghiului de îndoire al materialului de bază
	E 42.22.7	41,2(42)	27,4(28)	22	7	—	—	0,05	0,05	41,2(42)	
	E 42.26.13	41,2(42)	29,4(30)	26	13	—	—	0,04	0,04	41,2(42)	
	E 44.22.7	43,2(44)	31,4(32)	22	7	—	—	0,05	0,05	43,2(44)	
	E 44.22.9	43,2(44)	33,4(34)	22	9	—	—	0,05	0,05	43,2(44)	
	E 48.22.9	47,1(48)	37,3(38)	22	9	—	—	0,045	0,045	47,1(48)	
	E 48.24.13	47,1(48)	37,3(38)	24	13	—	—	0,04	0,04	47,1(48)	
	E 50.22.7	49 (50)	39,2(40)	22	7	6[1]	—	0,045	0,045	49 (50)	
	E 50.24.9	49 (50)	39,2(40)	24	9	6[1]	—	0,045	0,045	49 (50)	
	E 50.24.13[2]	49 (50)	41,2(42)	24	13	—	6[1]	0,04	0,04	19 (50)	
	E 52.22.13[2]	51 (52)	41,2(42)	22	13	—	6[1]	0,04	0,04	51 (52)	
	E 55.20.11	54 (55)	41,2(42)	20	11	—	—	0,04	0,04	54 (55)	
II	E 60.18.11	58,9(60)		18	11						
	E 65.16.11	63,7(65)		16	11						
	E 70.14.9	68,0(70)		14	9						
	E 75.14.9	73,6(75)		14	9	—	—	0,04	0,04	—	—
	E 80.12.7	78,5(80)		12	7			0,04	0,04		
	E 85.12.7	83,4(85)		12	7						
	E 100.10.5	98,1(100)		10	5						
	E 125,6,4,	122,7(125)		6	4						

1) Garantarea şi determinarea rezilienţei *KV* la mărcile de electrozi în cadrul tipului respectiv se va face numai la cererea beneficiarului. Garantarea şi determinarea rezilienţei *KV* la celelalte tipuri se face pe bază de înţelegere între părţi, valorile stabilindu-se de comun acord.

2) Se garantează conţinutul de hidrogen difuzibil de max. 8 cm²/100 g. La cererea beneficiarului şi cu acordul producătorului se poate garanta conţinutul redus de hidrogen şi la celelalte tipuri de electrozi. Pentru construcţii navale se garantează conţinutul maxim de hidrogen prescris în Registrele Navale.

Observaţie. La cererea beneficiarului se va garanta rezilienţa *KV* la −40°C pentru următoarele tipuri de electrozi: E 42.26.13; E 48.24.13; E 50.24.13; E 52.22.13.

Tabela 21.4. **Caracteristicile mecanice ale electrozilor înveliţi din grupa III pentru sudarea oţelurilor carbon şi slab aliate**

Grupa	Tipul electrodului	Metal depus. Caracteristici mecanice, min. R (σ_r) daN/mm² (kgf/mm²)	R_c(σ_c) daN/mm² (kgf/mm²)	A_5(δ_5) %	KCU 30/2 daJ/cm² (kgf.m/cm²)	Temperatura tratamentului termic °C
III	E.Mo	47,1(48)	33,4(34)	18	9	680
	E.MoCr	47,1(48)	33,4(34)	18	9	700
	E.MoCr1	49 (50)	31,4(36)	16	9	700
	E.Mo1Cr2	49 (50)	35,3(36)	16	7	750
	E.MoCr1V	49 (50)	31,4(36)	16	9	730
	E.MoCr5V	54 (55)	39,2(40)	14	7	760

Compoziţia chimică a acestor electrozi este indicată în tabela 21.6.

Sudarea cu arc electric a aliajelor feroase se face de obicei mai uşor decît sudarea cu gaz.

Sudarea oţelurilor-carbon care conţin pînă la 0,3 % C se face fără nici o dificultate, folosind electrozii înveliţi conform indicaţiilor.

Oţelurile care conţin mai mult decît 0,3 % C trebuie încălzite în prealabil şi recoapte ulterior.

Oţelurile aliate austenitice sau cele perlitice cu conţinut redus de carbon şi elemente de aliere se sudează uşor şi nu necesită tratamente termice ulterioare. Oţelurile martensitice, din cauza fragilităţii materialului, necesită o încălzire prealabilă şi tratamente termice ulterioare.

Sudarea fontei se face la cald sau la rece. *Sudarea la cald* se execută prin încălzirea prealabilă a pieselor. Ca metal de adaos se folosesc de obicei electrozi de fontă cu diametre de 8—20 mm şi cu o compoziţie apropiată de a metalului de bază. *Sudarea la rece* se face cu electrozi de fontă, de oţel şi de metal monel (67 % Ni + 30 % Cu + 3 % Mn şi Fe). Cusătura cu electrozi monel este cea mai rezistentă. Cusătura cu electrozi de oţel fiind puţin rezistentă, se recomandă teşirea muchiilor

Tabela 21.5. **Compoziţia chimică a electrozilor înveliţi pentru încărcarea prin sudare cu metal cu proprietăţi speciale**

Tipul electrodului	Grupa de aliere	Compoziţia chimică, % C	Mn	Si	Cr	V	W	Alte elemente	Duritatea min.	Proprietăţi speciale
E 1.200 E 1.300 E 1.400	1	0,4	—	—	—	—	—	—	200 *HB* 300 *HB* 400 *HB*	—
E 2.50 E 2.52	2	0,4...0,7 0,6...1,0	1,6...2,2 0,6...1,0	— 1...1,5	1,8...2,4 1,8...2,4	— 0,15...0,30	— —	Mo 0,4...0,7 —	50 *HRC* 52 *HRC*	— —
E 3.45 E 3.50	3	0,25...0,5 0,2...0,15	—	1...1,6 —	11...13,5 2,0...3,5	0,5...1,0 —	2,5...3,5 7...10	— —	45 *HRC* 50 *HRC*	t.r.o t.a.
E 4.52 E 4,57 (62)	4	0,8...1,2 0,8...1,2	—	—	3,7...5 3,8...5	2,0...2,7 0,7...1,5	8,5...11 10,5...19	(Mo 2,5...3,0²)	52 *HRC* 57 (62) *HRC*	t.a. a
E 5.375 E 5.275¹)	5	0,1...0,3 ≤1,12	0,5...1,0 0,5...1,0	≤0,6 1,0...1,5	10...14 16...17,5	0,15...0,30²) —	—	 Ni 0,5...0,8	375 *HB* 275 *HB*	r.t r.o.e
E 6.50 E 6.52 E 6.275¹)	6	0,5...0,8 0,4...0,8 0,5...0,8	0,6...1,0 0,6...1,0 —	1...1,5 2,5...3,5 —	3,5...5 8,5...11 10...12	—	—	— (Mo ≤ 0,6)²) Ni, 2,5...3,5	50 *HRC* 52 *HRC* 275 *HB*	— t.r r.o
E 7.150 E 7.175	7	0,6...0,9 0,8...1,3	11...13 11...14	— ≤2,2	—	—	—	Ni 2,7...3,1 —	150 *HB* 175 *HB*	d d
E 8.150	8	≤0,20	5...8	≤1,5	17...21	—	—	Ni 7...11 (Nb)²)	150 *HB*	c.n
E 9.175²)	9	≤0,12	1...2	≤1	23...27	—	—	Ni 12...14	175 *HB*	o
E 10.50(60) E 10,45 (54)¹)	10	1,8...2,2 1,0...1,4	≤0,8 1,6...2,4	≤0,4 1,0...1,7	11,5...14 11...13,5	— 1,0...1,5	—	(Mo ≤ 0,6)²) —	50 (60) *HRC* 45 (54) *HRC*	r.a r.a

¹) Aceste tipuri de electrozi se fabrică numai pe bază de înţelegere.

²) Nu influenţează încadrarea în grupa de aliere.

Tabela 21.6. **Electrozi înveliţi pentru sudarea fontei (STAS 7242—69)**

Tipul electrodului	Compoziţia chimică, %											
	C	Si	Mn	P	S	Fe	Ni	Cu	Zn	Sn	Al	Pb
EF-FeC	3,25...3,50	2,75...3,0	0,60...0,75	0,50...0,75	max. 0,10	Rest	max. 1,0	—	—	—	—	—
EF-Fe	max. 0,15	max. 0,03	0,30...0,60	max. 0,04	max. 0,04	Rest	—	—	—	—	—	—
EF-NiFe	max. 0,25	max. 0,50	max. 1,0	—	max. 0,02	min. 37,0	52...60	max. 0,50	—	—	—	—
EF-NiCu	max. 0,30	max. 0,75	max. 2,25	—	max. 0,025	max. 2,5	63...70	rest	—	—	—	—
EF-Ni	max. 0,15	max. 0,75	max. 0,50	—	max. 0,01	max. 0,50	min. 98,0	max. 0,50	—	—	—	—
EF-CuAl	—	max. 0,10	—	—	—	max. 1,5	—	Rest	max. 0,02	—	7,5...11,0	max. 0,02
EF-CuSn	—	—	—	max. 0,50	—	—	—	Rest	—	7...9	max. 0,01	max. 0,02

Observaţii. 1. La compoziţia chimică se admite pentru toate tipurile de electrozi un conţinut de alte elemente de max. 1 %. 2. Pentru electrozii tip EF-Fe se poate folosi ca vergea şi sîrmă S10 sau S10X Stas 1126—66. 3. În mod curent se fabrică electrozii tip EF-Fe şi EF-NiCu, celelalte tipuri se fabrică la înţelegere.

îmbinării şi fixarea în zig-zag pe feţele teşite, a unor prezoane de oţel (fig. 21.4).

Sudarea cu arc a metalelor neferoase (cupru, bronz, alamă) se face de obicei repede şi fără întreruperi, pentru a evita obţinerea unei cusături cu metal fragil.

Sudarea cuprului se execută în mod obişnuit cu electrozi de cărbune şi cu intensitate de curent mărită; fluxurile folosite în acest caz conţin borax şi acid boric. Cînd sudarea se face cu electrozi metalici, metalul de adaos poate fi cupru electrolitic sau cupru conţinînd fosfor şi argint.

Sudarea alamei şi bronzului sînt, în general, asemănătoare sudării cuprului.

Sudarea aluminiului se face de obicei cu electrozi metalici şi uneori cu electrozi de cărbune. Sudarea cu electrozi metalici se execută cu electrozi înveliţi din aluminiu pur cu 5—8 % **Si**, ale căror diametre variază cu grosimea metalului de bază. La sudarea cu electrozi de cărbune, materialul de adaos are aceeaşi compoziţie ca electrozii metalici.

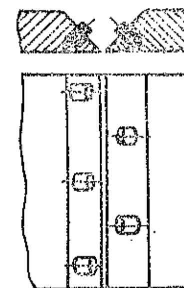


Fig. 21.4.

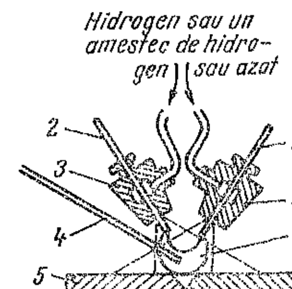


Fig. 21.5. Schema sudării cu hidrogen atomic:

1 — arc electric; 2 — electrozi din sîrmă de wolfram; 3 — ajutaje port electrozi; 4 — metal de adaos; 5 — metal de bază.

c. Sudarea cu hidrogen atomic. La acest procedeu căldura dezvoltată de un arc electric disociază moleculele de hidrogen în atomi, cu absorţie de căldură. Cînd moleculele se refac, energia absorbită la disociere este restituită, dînd naştere unei temperaturi foarte înalte, metalul topit fiind totodată înconjurat de o atmosferă protectoare.

La sudarea cu hidrogen atomic (fig. 21.5) arcul electric *1* se formează între electrozii *2*, aşezaţi în ajutajele *3* prin care trece un curent de hidrogen. Astfel arcul arde într-o atmosferă protectoare care împiedică oxidarea metalului lichid topit. Prin acest procedeu se obţine o sudură de bună calitate. Procedeul se aplică în special la sudarea pieselor de aluminiu şi a pieselor din oţeluri slab aliate, cu pereţi subţiri.

d. Sudarea aluminotermică prin topire. Căldura de topire este dată de fierul lichid rezultat din reducerea oxidului de fier prin aluminiu Fierul topit astfel obţinut constituie adaosul de metal (fig. 21.6).

Amestecul, sub formă de pulbere de oxizi de fier și aluminiu (termit), se încălzește în creuzetul *4* și după topire se scurge în forma *2*; pentru aprinderea termitului se folosește arcul electric sau diferite amorse. Acest procedeu se folosește la sudarea axelor, șinelor de tramvai etc.

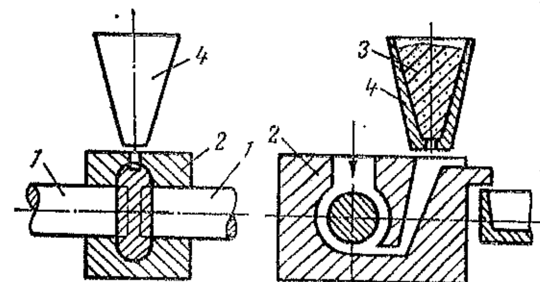


Fig. 21.6. Schema sudării aluminotermice:
1 – piese de sudat; *2* – formă de material refractar; *3* – termit; *4* – creuzet.

1.2.2. **Sudarea prin presiune.** Sudarea prin presiune este procedeul de sudare fără adaos de metal, la care piesele de îmbinat se aduc prin încălzre în stare plastică și apoi li se aplică un șoc sau o presiune statică.

După caracterul procesului tehnologic, procedeele uzuale de sudare prin presiune se clasifică astfel:

— sudare prin forjare;
— sudare electrică prin rezistență;
— sudare cu gaz;
— sudare aluminotermică prin presiune.

a. **Sudarea prin forjare.** Piesele de sudat sînt încălzite pînă la starea plastică într-un cuptor sau la o forjă, sudarea efectuîndu-se prin ciocănire sau presare.

b. **Sudarea cu gaz.** La sudarea prin presiune cu gaz, piesele care se îmbină sînt încălzite în locul de contact, cu flacăra unui gaz pînă la starea plasticăși apoi sînt presate.

c. **Sudarea electrică prin rezistență.** La sudarea electrică prin rezistență (prin contact) încălzirea pieselor care se sudează, se realizează prin căldura degajată de trecerea unui curent electric prin rezistența de contact dintre suprafețele în atingere ale celor două piese.

Sudarea electrică prin rezistență se poate executa prin: sudare cap la cap și sudarea cu margini suprapuse (v. STAS 735-74).

1) *Sudarea cap la cap.* Curentul este condus la ambele piese de sudat și suprafețele de contact se încălzesc; după aceea urmează apăsarea celor două piese una contra alteia. Sudarea cap la cap se poate face prin refulare sau prin scîntei.

— *La sudarea prin refulare* cele două piese se așază cap la cap, iar suprafețele prelucrate în vederea unui contact cît mai perfect, străbătute de curentul electric, sînt menținute în contact sub presiune pînă cînd se produce sudarea.

— *La sudarea cu scîntei*, în punctele de atingere dintre cele două piese, străbătute de curentul electric, metalul încălzit puternic este topit și împroșcat sub formă de scîntei, prin apropierea și depărtarea repetată a celor două piese; cînd suprafețele respective încep să se topească, piesele sînt împreunate prin izbire, producîndu-se astfel sudarea lor.

2) *Sudarea cu margini suprapuse.* Electrozii care conduc curentul în anumite locuri ale pieselor suprapuse parțial, produc încălzirea și totodată și presiunea necesară sudării. Sudarea cu margini suprapuse se poate executa în trei feluri: sudarea prin puncte, sudarea prin puncte în relief și sudarea în linie.

— *La sudarea prin puncte* se execută puncte de contact folosind electrozi cu vîrfuri de contact, purtați de un cleşte, care exercită totodată și presiunea.

— *La sudarea prin puncte în relief*, pe una dintre table se execută în prealabil puncte în relief pe linia de sudat; sub presiunea unor electrozi cu suprafață mare de contact se produce sudarea în punctele în relief, care sînt turtite în timpul operației. Acest procedeu se aplică tablelor subțiri.

— *La sudarea în linie* piesele sînt trecute între electrozii în formă de role, care se rotesc; după modul de acționare se obține o linie de sudură continuă sau întreruptă.

d. **Sudarea aluminotermică prin presiune.** Suprafețele de sudat se încălzesc pînă la starea plastică cu ajutorul căldurii produse de reducerea oxidului de fier prin aluminiu; apoi se apasă suprafețele de contact una contra alteia.

1.3. REGIMURI DE SUDARE ȘI CONSUMURI SPECIFICE

1.3.1. **Date pentru sudarea cu gaz.** În tabelele 21.7 și 21.8 sînt indicate date specifice pentru sudarea oxiacetilenică pentru diferite grosimi ale tablelor din oțel. După fiecare tabelă sînt indicate unele prescripții tehnologice, precum și aplicațiile pentru procedeul de sudare respectiv.

1.3.2. **Date pentru sudarea cu arc.** În tabela 21.9 sînt indicate date specifice pentru sudarea manuală cu arc, cap la cap, pentru diferite grosimi ale tablelor din oțel.

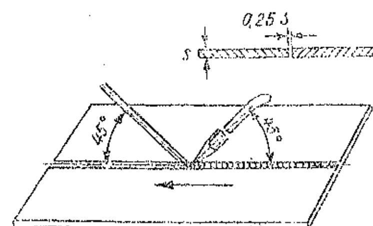


Tabela 21.7. **Sudarea înainte (spre stînga)**

Grosimea de sudat, mm	Debitul de acetilenă, l/h	Diametrul sîrmei de adaos, mm	Timpul de sudare, min/m	Viteza de înaintare m/h	Consumul de acetilenă, l/m	Consumul de oxigen, l/m	Greutatea metalului de adaos, g/m
1,0	100	2	5	12,0	8,5	10	20
1,5	150	2	7,5	8,0	19,0	22	35
2,0	225	3	10	6,0	35,0	42	50
2,5	225	3	13	4,7	48,0	57	65
3,0	300	3	15	4,0	75,0	90	90

Observație. Acest procedeu de sudare se folosește în lucrări de tinichigerie și de cazangerie ușoară pentru table de 1—3 mm grosime. Între margini se lasă un spațiu liber egal cu 1/4 din grosimea tablei. Tablele sînt fixate în prealabil prin puncte de sudură provizorie de asamblare, la distanțe egale cu de 30 ori grosimea tablei. Acest procedeu nu se recomandă pentru suduri supuse la solicitări mari.

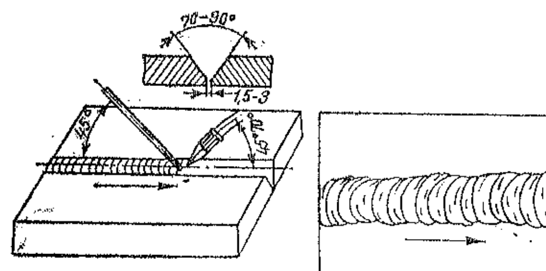


Tabela 21.8. **Sudarea înapoi (spre dreapta)**

Grosimea de sudat, mm	Debitul de acetilenă l/h	Diametrul sîrmei de adaos, mm	Timpul de sudare, min/m	Viteza de înaintare m/h	Consumul de acetilenă l/m	Consumul de oxigen l/m	Greutatea metalului de adaos, g/m
5	500	3	20	3,0	165	198	200
6	600	3	24	2,5	240	289	290
8	750	4	32	1,85	486	580	580
10	1 000	5	40	1,5	665	800	800
12	1 200	6	48	1,25	960	1 150	1 150
15	1 500	6	60	1,0	1 500	1 700	1 800

Observație. Sudarea înapoi se folosește în cazangerie și țevărie de presiune pentru table de 5—15 mm grosime, fixate prin puncte de sudură provizorie de asamblare sau prin dispozitive de stríngere. La grosimi peste 12 mm, se recomandă sudarea în două straturi.

Tabela 21.9. **Regimuri de sudare manuală cu arc a îmbinărilor cap la cap**

Grosimea metalului, mm	Numărul de straturi	Diametrul electrodului mm		Intensitatea curentului de sudură, A		Viteza de înaintare, m/h
		Primul strat	Straturile următoare	Primul strat	Straturile următoare	
1	1	1,5	—	35	—	7
2	1	2,5	—	75	—	10
3	1	3	—	100	—	12
6	1	5	—	220	—	7
10	2	4	5	200	250	4,0
16	6	5	6	250	320	2,0
20	8	5	6	250	320	1,6
30	18	5	6	350	350	0,9

2. TĂIEREA METALELOR

Tăierea metalelor se face, în general, prin următoarele procedee:
— tăierea cu flacără de oxigen și gaz;
— tăierea cu arc electric.

2.1. TĂIEREA CU FLACĂRĂ DE OXIGEN ȘI GAZ

Acest procedeu de tăiere a oțelului se bazează pe proprietatea fierului de a arde într-o vînă de oxigen pur, degajînd o cantitate mare de căldură. Procesul tăierii cu oxigen și cu gaz constă în preîncălzirea metalului cu ajutorul flăcării de preîncălzire (fig. 21.7) produsă de aparatul de tăiat (arzător), pînă la atingerea temperaturii de ardere în oxigen care în cazul oțelului este ceva mai mică decît temperatura de topire și este egală cu 1100 ... 1 500°C. Picăturile ce se formează prin arderea oțelului sînt îndepărtate de suflul curentului de oxigen.

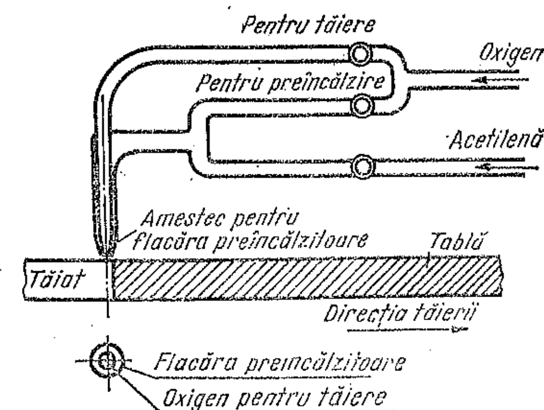


Fig. 21.7.

Suprafața metalului care urmează să fie tăiat trebuie curățită pe toată lungimea tăieturii de rugină, de vopsea sau de alte impurități care îngreuiază preîncălzirea metalului. Pentru amorsarea tăierii, metalul se pre încălzește în punctul inițial cu ajutorul flăcării de preîncălzire

robinetul de oxigen pentru tăiere fiind închis. Cînd s-a ajuns la temperatura începutului de ardere a metalului, se deschide robinetul pentru oxigenul de tăiere şi după ce vîna de tăiere străpunge întreaga grosime a metalului, începe deplasarea uniformă a aparatului de tăiat pe linia tăieturii.

Pentru a fi posibilă tăierea metalelor cu oxigen, trebuie îndeplinite următoarele condiţii :

— temperatura de ardere a metalului în oxigen trebuie să fie mai mică decît temperatura de topire a metalului ; în caz contrar, metalul ajunge în stare lichidă înainte de arderea lui în oxigen şi tăierea nu mai este posibilă ;

— oxizii metalului trebuie să se topească la o temperatură mai joasă decît temperatura de topire a metalului de bază ;

— conductivitatea termică a metalului să fie cît mai mică.

Dintre metale, aceste condiţii le îndeplinesc cel mai bine oţelurile cu conţinut redus de carbon (sub 0,7 %C). Ele se taie practic la orice grosime.

Oţelurile cu conţinut ridicat de carbon (peste 0,7 %C) se taie greu. Majoritatea elementelor de aliere îngreuiază tăierea dacă depăşesc un anumit procent (de exemplu, cromul peste 1,5 %, molibdenul peste 1,5 %). Manganul nu influenţează defavorabil tăierea, chiar cînd se găseşte în procent ridicat (de exemplu, 13 %).

Cuprul şi aliajele lui nu se taie din cauza conductivităţii mari şi căldurii de ardere mici. Aluminiul nu se taie deoarece oxidul format este foarte greu fuzibil. Fonta, avînd peste 1,7 %C, de asemenea nu se taie, din cauza temperaturii joase de topire şi a temperaturii înalte de început de ardere în oxigen.

Pentru preîncălzirea pieselor se pot folosi ca gaze combustibile acetilena sau gazul metan.

Aparatul de tăiat oxiacetilenic are un cap în care se înşurubează două becuri concentrice. Prin becul exterior trece amestecul de oxigen şi acetilenă pentru flacăra de preîncălzire, iar prin becul interior, curentul de oxigen pentru tăiere.

Aparatul de tăiat oximetan funcţionează în mod asemănător celui oxiacetilenic.

În tabela 21.10 sînt arătate pentru tăierea oxiacetilenică şi tăierea oximetanică : mărimea becurilor exterior şi interior, presiunea de lucru a oxigenului şi a gazului combustibil, mărimea injectorului şi distanţa becului faţă de suprafaţa tablei care se taie, pentru diferite grosimi ale tablei de oţel.

Consumurile specifice de oxigen şi gaz combustibil, în funcţie de grosimea tablei de tăiat, sînt menţionate pentru tăierile cu flacără oximetanică şi flacără oxiacetilenică, în tabela 21.11.

Tabela 21.10. **Mărimea becurilor, presiunea oxigenului, presiunea gazelor combustibile şi distanţa între bec şi materialul de tăiat**

Tăierea oxiacetilenică					
Grosimea tablei de oţel, mm	5—25	25—50	50—100	100—200	200—300
Numărul becului exterior	1			2	
Numărul becului interior	1	2	3	4	5
Presiunea oxigenului, kgf/cm²	2—4	4—6	6—8	8—10	12—14
Presiunea acetilenei, kgf/cm²	0,01—0,02				
Distanţa între bec şi tabla de oţel, mm	3—5		5—8		8—10
Mărimea injectorului	nr. 4 (diametrul 0,6 mm)				
Tăierea oximetanică					
Grosimea tablei de oţel mm	5—10	10—30	30—50	50—150	150—300
Numărul becului exterior	1			2	3
Numărul becului interior	1	2	3	4	5
Presiunea oxigenului kgf/cm²	3—5	5—7	7—9	9—12	12—15
Presiunea gazului metan, kgf/cm²	0,025				
Mărimea injectorului	nr. 7 (diametrul 1,2 mm)				
Distanţa între bec şi suprafaţa tablei, mm	7	8	8	8	10

Observaţie Camera de amestec la tăierea oximetanică are şi orificiul de intrare în tubul difuzor de 4 mm diametru, în loc de 2 mm cît este în aceaşi piesă destinată tăierii oxiacetilenice.

Utilizarea gazelor naturale (gaz metan, gaz de sondă) la tăierea metalelor are avantajul că se realizează o economie de energie primară prin înlocuirea acetilenei cu gaze naturale şi se obţine o economie la preţul de cost. De asemenea se obţin tăieturi de bună calitate, cu suprafaţa mai netedă decît la tăierea cu acetilenă.

Tabela 21.11. **Consumuri specifice de oxigen şi gaz combustibil**

Groimea tablei (mm))	Tăierea oximetanică, consumuri :		Tăiere oxiacetilenică, consumuri :	
	oxigen	gaz metan	oxigen	acetilenă
6	160	40	150	35
10	170	55	160	45
12	190	80	180	50
14	250	90	240	55
16	320	95	295	60
20	370	100	345	65
25	400	110	370	80
30	490	115	460	90
35	530	120	500	95
40	635	125	600	100
50	700	135	650	115
60	750	150	710	125
75	865	165	820	140
80	930	175	880	150
100	1 100	200	1030	180

2.2. TĂIEREA CU ARC ELECTRIC

Tăierea metalelor cu arcul electric se realizează prin topirea metalului cu ajutorul arcului electric şi scurgerea metalului lichid şi a zgurii din tăietură.

Acest procedeu prezintă o serie de dezavantaje şi se foloseşte, de obicei, cînd o tăiere oxiacetilenică nu este posibilă din lipsa utilajului sau a gazelor respective. Dintre inconveniente se menţionează : tăietura lată, cu feţe inegale, cu picături de metal solidificate etc.

Tăierea se poate executa cu electrozi de cărbune sau cu electrozi metalici cu înveliş gros.

Cu electrozi de cărbune se pot tăia metale pînă la 100 mm grosime. Electrozii de grafit sînt mai buni, deoarece pentru aceeaşi intensitate de curent se pot folosi electrozi cu diametre mai mici, reducîndu-se astfel lăţimea tăieturii. Tăierea se face în condiţii mai bune în curent continuu decît în curent alternativ. De obicei se folosesc curenţi cu intensităţi de 400–1 500 A. Tăierea cu electrozi de cărbune se utilizează, în general, la piese din fontă şi metale neferoase ale căror grosimi nu depăşesc 10–20 mm.

Prin tăierea cu electrod metalic se obţine o tăietură cu lăţime mai mică şi cu margini mai curbe decît la tăierea cu electrod de cărbune. Tăierea se execută de obicei cu ajutorul unui electrod de oţel cu diametrul de 5–6 mm. La tăierea în curent continuu, intensitatea curentului trebuie să fie de 300–350 A, iar în curent alternativ de 270–280 A. La tăierea plăcilor de oţel, cu grosimea de 10 mm, viteza de tăiere variază între 10 şi 12 m/h, iar consumul de electrozi între 1 şi 1,1 kg/m de tăietură. Acest procedeu de tăiere cu electrozi metalici este productiv numai pentru piese de oţel a căror grosime nu depăşeşte 12 mm.

3. LIPIREA METALELOR

Lipirea este procesul tehnologic de îmbinare nedemontabilă a două piese metalice cu ajutorul unui metal de adaos topit, numit *aliaj pentru lipit*, a cărui temperatură de topire este mai joasă decît temperatura de topire a metalului de bază.

Aliajul pentru lipit este constituit din metale neferoase. Pentru ca aliajul de lipit să adere în bune condiţii de metalul de bază, este necesară folosirea fluxurilor pentru îndepărtarea impurităţilor şi oxizilor de pe suprafeţele de îmbinare şi pentru protejarea împotriva oxidării.

Lipirea efectuîndu-se la temperaturi mult mai coborîte decît sudarea, prezintă avantajele că în multe cazuri se pot obţine îmbinări curate, cu aspect frumos, menţinîndu-se forma pieselor şi precizia dimensiunilor. Ea se poate folosi pentru piese din oţeluri carbon şi aliate (pentru construcţii sau pentru scule), din fontă, din metale neferoase (cupru, nichel, aluminiu, plumb, wolfram etc.) şi aliajele lor, precum şi din metale nobile.

Procedeele principale de lipire sînt lipirea moale şi lipirea tare. Acestea se deosebesc prin temperatura de topire a aliajelor de lipit. Astfel, aliajele pentru lipirea moale au temperatura de topire sub 400°C, în timp ce aliajele pentru lipirea tare au de obicei temperatura de topire peste 550°C. Aliajele pentru lipirea moale au o rezistenţă la rupere de 5–7 kgf/mm², iar cele pentru lipirea tare au o rezistenţă mult mai mare, ajungînd uneori pînă la 50 kgf/mm².

3.1. LIPIREA MOALE

Pentru executarea acestei lipiri, suprafeţele de îmbinat se curăţă în prealabil mecanic (cu ajutorul pilei, periei de sîrmă sau hîrtie de şmirghel) sau chimic, prin ardere sau prin fierbere într-o substanţă alcalină. Urmează apoi lipirea, care se efectuează fie cu ciocanul de lipit, fie la flacără, fie prin cufundare.

Lipirea cu ciocanul de lipit se face încălzind un ciocan de cupru prevăzut cu un vîrf ascuţit, la temperatura de 250–600°C. După ce vîrful ciocanului se freacă pe ţipirig (clorură de amoniu) se apropie aliajul de lipit care, în contact cu vîrful ciocanului, se topeşte pătrunzînd pe suprafeţele de îmbinat. Operaţia se execută cu ajutorul fluxurilor.

Lipirea cu flacără se obţine încălzind suprafeţele de îmbinat cu ajutorul flăcării unei lămpi de lipit, unui arzător cu gaze etc. Aliajul de lipit, întins în prealabil o dată cu fluxul, se topeşte şi după ce se răceşte se procedează la curăţirea pieselor cu pila sau cu răzuitorul.

Lipirea prin cufundare se obţine prin cufundarea pieselor de lipit într-o baie cu aliajul de lipit în stare topită ; de obicei baia se acoperă cu un strat de flux.

Fluxurile folosite la lipirea metalelor sînt sub formă de lichide, paste sau prafuri. Pentru lipirea moale se utilizează ca fluxuri :

—compuşi organici: colofoniul (sacîzul), stearina (STAS 2618-70) etc.;

—compuşi anorganici : acidul clorhidric (STAS 339-76), clorura de amoniu (ţipirigul), clorura de zinc etc.

Aliajele pentru lipirea moale folosite în mod curent sînt aliajele de staniu — plumb şi staniu — plumb — stibiu. Compoziţia chimică a aliajelor cu staniu şi utilizarea acestora, după STAS 96-73, sînt indicate în tabela 21.12.

Tabela 21.12. **Aliaje de lipit pe bază de staniu şi plumb (STAS 96—73)**

Marca aliajului	Compoziţia chimică, %			Temperaturi (informative)		Densitatea kg/dm³ ≈	Indicaţii de utilizare
	Sn	Sb	Pb	Solidus °C	Liquidus °C		
Lp 2	1,5...2,5	—	Rest	320	325	11,1	Pentru lipituri la cutiile metalice
Lp 20 Sb	19...21	0,80...1,2	Rest	184	270	10,17	Pentru lipituri cu flacără. Lipituri articole de uz general din oţel, cupru, aliaje cupru-zinc (alamă), plumb etc.
Lp 30*	29...31	max. 0,25	Rest	183	256	9,7	Pentru lipirea radiatoarelor auto, lipituri la tablă de zinc şi tablă sau sîrmă zincată
Lp 30 Sb	29...31	0,50...1,80	Rest	186	250	9,6	Pentru lipituri cu flacără. Lipituri în tinichigerie obişnuită
Lp 37	36...38	max. 0,25	Rest	183	190	8,5	Lipirea manşoanelor de plumb la cabluri, conducte telefonice şi telegrafice
Lp 40	39...41	max. 0,25	Rest	183	209	8,9	Lipituri la tablă de aliaje cupru-zinc (alamă), tablă cositorită şi la conductori electrici, poate fi utilizat pentru lipituri în picătură
Lp 40 Sb	39...41	2,3...2,8	Rest	183	235	9,4	Pentru lipirea radiatoarelor auto, pieselor de aparate electrice şi radio
Lp 50	49...51	max. 0,25	Rest	183	209	8,9	Tipul cel mai obişnuit pentru lipituri la contoare electrice şi de gaz, la cutii de conserve în exterior şi la sîrmă zincată
Lp 60	59...61	—	Rest	183	190	8,5	Lipituri fine în electricitate şi radiofonie şi la metale uşor fuzibile
Lp 65	64...66	—	Rest	183	183	8,7	Pentru lipiri de circuite imprimate
Lp 90	89...91	—	Rest	183	219	7,5	Lipituri speciale pentru aparate sanitare, vase alimentare, la cutii de conserve în interior

3.2. LIPIREA TARE

Lipirea tare (brazura) necesită aceleaşi măsuri de curăţire prealabilă a suprafeţelor de îmbinare ca şi lipirea moale. Îmbinările efectuate cu acest procedeu sînt: prin suprapunere, cap la cap şi prin feţe teşite.

După metoda de încălzire se deosebesc: lipirea cu gaz, lipirea prin cufundare, lipirea electrică etc.

Lipirea cu gaz se efectuează cu ajutorul arzătoarelor folosite pentru sudarea cu gaz. Pe suprafeţele de îmbinat se aplică în prealabil fluxul şi aliajul pentru lipit sub formă de foiţe, granule sau praf. Urmează încălzirea treptată a piesei pînă cînd aliajul se topeşte şi pătrunde între suprafeţele de îmbinare. Pentru piese de dimensiuni mici se poate folosi şi flacăra unui arzător Bunzen.

Lipirea prin cufundare se realizează prin cufundarea pieselor curăţite de impurităţi şi oxizi într-o baie cu aliajul de lipit, topit; baia este acoperită cu un strat de flux (borax, acid boric).

Lipirea electrică se execută încălzind suprafeţele pieselor de îmbinat cu ajutorul arcului electric, prin inducţie sau prin rezistenţă (prin contact). Pînzele la ferăstraiele cu panglică se lipesc deseori prin ultimul procedeu, introducînd cele două capete între două fălci care constituie electrozii.

Fluxurile folosite la lipirea tare sînt: boraxul, acidul boric, diferite fluoruri şi cloruri sub formă de praf, pastă sau soluţii lichide. La lipirea cu alamă se utilizează boraxul.

Aliajele pentru lipirea tare au diferite compoziţii chimice. Astfel, în tabela 21.13 sînt indicate, după STAS 204-68, aliajele de cupru şi

Tabela 21.13. **Aliaje de cupru-zinc cu adaosuri de Si şi Sn pentru lipirea tare (STAS 204—77)**

Marca	Compoziţia chimică, %				Impurităţi, % max.				Temperatura de topire °C ≈
	Cu	Si	Sn	Zn	Pb	Fe	Sb	Sn	
Am Si Lp	58—62	0,2—0,3	—	rest	max. 0,5			0,3	900
Am Sn Lp	59—61	0,2—0,3	0,8—1,2	rest	max. 0,5			—	900

Observaţie. Marca Am Si Lp se foloseşte pentru lipituri la oţeluri şi fonte, iar marca Am Sn Lp şi pentru neferoase (Cu, Am şi Bz).

zinc cu adaosuri de Si și Sn (alamă pentru lipit) pentru lipirea oțelului, fontei, cuprului, bronzului și alamelor. Aceste aliaje pentru lipit și sudat se fabrică, conform STAS 294-70, sub formă de sîrme cu diametrele : 1, 1,5 ; 2 ; 2,5 și 3 mm și sub formă de vergele cu diametrele : 2 ; 3 ; 4 ; 5 ; 6 și 8 mm.

În tabela 21.14 sînt arătate compozițiile chimice și utilizarea cîtorva aliaje de argint pentru lipirea tare.

Tabela 21.14. **Compoziția chimică și utilizarea aliajelor cu argint pentru lipirea tare**

Calitatea aliajului de lipit	Compoziția chimică, %				Temperatura de topire °C	Utilizare
	Ag	Cu	Zn	Pb, maximum		
I	12±0,3	36±1	rest	0,5	785	Pentru lipirea alamei cu conținut de cupru de peste 58%, a cuprului și a bronzului, pentru lucrări mai îngrijite, cînd locul de îmbinare trebuie să fie curat
II	25±0,3	40±1	rest	0,5	780	
III	45±0,3	30±0,5	rest	0,5	720	

Capitolul **22**

MATEMATICI

1. ALGEBRA

1.1. LOGARITMI

1.1.1. **Generalități.** Dacă $a = b^n$ și $a > 0$, atunci n este logaritmul lui a în baza b.

Logaritmii zecimali au ca bază numărul 10 și se notează prescurtat lg (v. tabela 1.3), astfel :

$$1 = 10^0, \quad \lg 1 = 0;$$
$$10 = 10^1 \quad \lg 10 = 1;$$
$$100 = 10^2 \quad \lg 100 = 2;$$
$$1\,000 = 10^3, \quad \lg 1\,000 = 3.$$

Pentru valori intermediare, logaritmii sînt calculați și trecuți în tabele (v. tabela 23.2). Sînt tabele care dau logaritmi cu 5 și chiar cu 7 zecimale. Cu cît se dau mai multe zecimale, cu atît logaritmul este mai apropiat de valoarea lui reală.

Logaritmul unui număr se compune dintr-un număr întreg numit *caracteristică* și o parte zecimală numită *mantisă*; de exemplu, logaritmul numărului 356 este 2,551 4. Partea întreagă 2 este caracteristica ; partea zecimală 551 4 este mantisa.

Caracteristica logaritmului unui număr întreg este egală cu numărul de cifre al numărului mai puțin 1 ; de exemplu, caracteristica lui lg 4 756 este 3. Caracteristica unei fracții zecimale subunitare este negativă și egală cu numărul de zerouri din fața primei cifre semnificative. De exemplu, caracteristica lui lg 0,41 este $\bar{1}$, caracteristica lui lg 0,041 este $\bar{2}$ etc. și se scrie sub forma unui număr cu linie deasupra.

Mantisa logaritmului oricărui număr care se află în tabela 23.2 este pozitivă și mai mică decît 1.

1.1.2. **Întrebuințarea tabelei de logaritmi.** Problemele care se rezolvă cu ajutorul tabelei de logaritmi sînt de două feluri și anume :

1. Se dă un număr x și se cere să i se afle logaritmul (lg x).
2. Se dă logaritmul (lg x) al unui număr x și se cere să se găsească numărul x.

Problema 1 comportă două cazuri:

Cazul *a*. Numărul dat, de exemplu 355 are 3 cifre. Acesta se găsește în tabela 1.3. Caracteristica lui este 2, iar mantisa se găsește la intersecția rîndului 35 cu coloana cifrei 5 din capul paginii, adică este 5 502. Deci lg 355 = 2,550 2.

Pentru un număr zecimal de 3 cifre identice, de exemplu:

3,55 sau 35,5 sau 0,355 sau 0,003 55

mantisa rămîne aceeași, adică egală cu a lui 355, iar caracteristica este respectiv 0; 1; $\bar{1}$; $\bar{2}$ etc.

Cazul *b*. Numărul dat nu se găsește în tabelă, de exemplu 35 585. Caracteristica lui lg 35 585 este 4, iar mantisa este aceeași cu a numărului 355,85; dar 355,85 este cuprins între 355 și 356 și, cum logaritmii cresc o dată cu numerele (și invers) se face o interpolare liniară (după regula de trei simplă) și anume:

mantisa lui lg 355 = 5 502; mantisa lui lg 356 = 5 514.

Cînd numărul a crescut cu 1, de la 355 la 356, mantisa a crescut cu 12 unități de ordinul 4 zecimal. Se întreabă: cu cît crește mantisa, cînd numărul crește cu 0,85, adică de la 355 la 355,85. După regula de trei simplă se găsește că mantisa crește cu cantitatea Δ, dată de relația $\Delta = 12 \times 0,85 = 10,20$.
Deci mantisa logaritmului numărului 355,85 va fi 5 502 + 10,20 = 5 512,20, iar la 35 585 = = 4,551 220 sau aproximativ 4,5551 2.

Problema 2. Se dă logaritmul unui număr și se cere numărul căruia îi corespunde. Și această problemă comportă două cazuri:

Cazul *a*. Mantisa logaritmului dat se găsește în tabelă. De exemplu, se cere să se găsească numărul care are ca logaritm pe 2,550 2.

Mantisele mergînd în creștere, se găsește ușor ca mantisa 5 502 din tabela 1.3 corespunde numărului 355. Cum caracteristica logaritmului dat este 2, numărul căutat va fi 355.

Cazul *b*. Mantisa logaritmului dat nu se găsește în tabelă. De exemplu, se cere să se găsească număru care are ca logaritm pe 2,550 34. Numărul va avea 3 cifre la partea întreagă. Mantisa dată 550 34, se găsește cuprinsă între mantisele 5 502 și 5 514 din tabele mantise cărora le corespund numerele 355 și 356. Se procedează ca în cazul *b* de la problema 1, prin interpolare după regula de 3 simplă. Observăm că atunci cînd numărul a crescut cu 1, mantisa a crescut cu 12 unități de ordinul 4 zecimal. Rezultă că, atunci cînd mantisa crește cu 1,4 de la 5 502 la 55 034, numărul va crește cu:

$$\Delta = 1,4 : 12 = 0,116 \ldots \text{ unități.}$$

Deci numărul căutat este

$$355 + 0,116 \ldots = 355,116 \ldots$$

1.1.3. **Operații cu logaritmi.** Logaritmii se întrebuințează la operațiile de *înmulțire, împărțire, ridicare la puteri și extragere de rădăcini*, ori care ar fi numerele pozitive care intră în compunerea acestor operații.

Cologaritmul unui număr este logaritmul inversului său, de exemplu: colg 5 = lg 1/5.

Cologaritmii se întrebuințează cu folos la operațiile de împărțire, după cum se arată în exemplele de împărțire care urmează:

Cunoscînd logaritmul unui număr N, cologaritmul lui se calculează fără tabele, în modul următor:

Caracteristica cologaritmului se obține din caracteristica logaritmului, prin schimbarea semnului și adăugarea lui (−1). Mantisa cologaritmului este egală cu complementul mantisei logaritmului, față de 10^n unde n este numărul de cifre ale mantisei dată în tabelă. De exemplu: lg 50 = 1,690 0; colg 50 = lg 1/50 va fi: $\bar{2}$,301 0, unde caracteristica cologaritmului s-a obținut din caracteristica logaritmului (1) luată cu semnul (−) la care s-a adăugat (−1), rezultînd $\bar{2}$, iar mantisa s-a obținut din diferența 10 000 − 6 990, adică 3 010.

— *Înmulțirea* se face adunînd logaritmii numerelor. Produsul este egal cu numărul care corespunde sumei logaritmilor.

Exemplul 1:

$$N = 12,7 \times 5,68 \times 1\,095;\ \lg N = \lg 12,7 + \lg 5,68 + \lg 1\,095.$$

Rezultă: lg 12,7 = 1,103 8 lg 5,68 = 0,754 3 lg 1 095 = 3,039 4 lg N = 4,897 5
N = 78 980.

Exemplul 2:

$$N_1 = 12,7 \times 0,005\,68;\ \text{rezultă } \lg N_1 = 1,103\,8 + \bar{3},754\,3 = \bar{2},858\,1;\ N_1 = 0,072\,13.$$

— *Împărțirea* se face scăzînd logaritmul împărțitorului din logaritmul deîmpărțitului. Rezultatul împărțirii este egal cu numărul corespunzător diferenței logaritmilor.

Exemplu: $N = 127 : 56,8.$

$$\lg N = \lg 127 - \lg 56,8 = 2,103\,8 - 1,754\,3 = 0,349\,5;\ N = 2,236\,3.$$

Același rezultat se obține adăugînd cologaritmului la logaritmul deîmpărțitului.

Exemplu: $N = 127 : 56,8.$

$$\lg N = \lg 127 + \text{colg } 56,8 = 2,103\,8 + \bar{2},245\,7 = 0,349\,5;\ N = 2,236\,3.$$

— *Ridicarea la putere* se face înmulțind logaritmul bazei cu exponentul. Rezultatul ridicării la putere este numărul corespunzător produsului între logaritmul bazei și exponentul ei.

Exemple:

1. $N = 1,27^5;\ \lg N = 5 \times \lg 1,27 = 5 \times 0,103\,8 = 0,519;\ N = 3,303\,8.$

2. $N_1 = 0,056\,8^3;\ \lg N_1 = 3 \times \lg 0,056\,8 = 3 \times \bar{2},754\,3 = 3 \times \bar{2} + 3 \times 0,754\,3 = -6 + 2,269\,9 = \bar{4},262\,9;\ N_1 = 0,000\,183\,16.$

— *Extragerea de rădăcină* se face împărțind logaritmul bazei cu exponentul. Rezultatul extragerii este numărul corespunzător cîtului între logaritmul bazei și exponentul ei.

Exemple:

1. $N = \sqrt[4]{1\,095}$; $\lg N = \lg 1\,095/4 = 3{,}039\,4/4 = 0{,}759\,85$; $N = 5{,}752$.

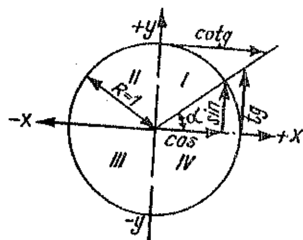
2. $N_1 = \sqrt[2/7]{56{,}8}$; $\lg N_1 = \frac{\lg 56{,}8}{2/7} = \frac{1{,}754\,3}{2/7} = \frac{1{,}754\,3 \times 7}{2} = 6{,}140\,0$;

$N = 1\,380\,383$.

2. TRIGONOMETRIE

2.1. FUNCŢII TRIGONOMETRICE

Tabela 22.1. **Reprezentarea grafică şi semnele funcţiilor trigonometrice în cele 4 cadrane ale cercului cu raza $R = 1$**



Cadranul	sin	cos	tg	cotg
I	+	+	+	+
II	+	−	−	−
III	−	−	+	+
IV	−	+	−	−

Tabela 22.2. **Valorile funcţiilor trigonometrice în cele 4 cadrane**

	$\pm\alpha$	$90° \pm \alpha$	$180° \pm \alpha$	$270° \pm \alpha$	$360° \pm \alpha$
sin	$\pm \sin\alpha$	$+\cos\alpha$	$\mp \sin\alpha$	$-\cos\alpha$	$\sin(\pm\alpha)$
cos	$+\cos\alpha$	$\mp \sin\alpha$	$-\cos\alpha$	$\pm \sin\alpha$	$\cos(+\alpha)$
tg	$\pm \mathrm{tg}\,\alpha$	$\mp \mathrm{cotg}\,\alpha$	$\pm \mathrm{tg}\,\alpha$	$\mp \mathrm{cotg}\,\alpha$	$\mathrm{tg}(\pm\alpha)$
cotg	$\pm \mathrm{cotg}\,\alpha$	$\mp \mathrm{tg}\,\alpha$	$\pm \mathrm{cotg}\,\alpha$	$\mp \mathrm{tg}\,\alpha$	$\mathrm{cotg}(\pm\alpha)$

Tabela 22.3. **Valori extreme şi valori particulare ale funcţiilor trigonometrice**

	0° 360°	90°	180°	270°	30°	45°	60°
sin	0	1	0	−1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$
cos	1	0	−1	0	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}$
tg	0	∞	0	∞	$\frac{1}{3}\sqrt{3}$	1	$\sqrt{3}$
cotg	∞	0	∞	0	$\sqrt{3}$	1	$\frac{1}{3}\sqrt{3}$

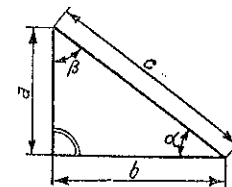
2.2. FORMULE TRIGONOMETRICE

Tabela 22.4. **Relaţii dintre funcţiile trigonometrice ale aceluiaşi unghi**

	$\sin\alpha$	$\cos\alpha$	$\mathrm{tg}\,\alpha$	$\mathrm{cotg}\,\alpha$
$\sin\alpha$	$\sin\alpha$	$\sqrt{1-\cos^2\alpha}$	$\frac{\mathrm{tg}\,\alpha}{\sqrt{1+\mathrm{tg}^2\,\alpha}}$	$\frac{1}{\sqrt{1+\mathrm{cotg}^2\alpha}}$
$\cos\alpha$	$\sqrt{1-\sin^2\alpha}$	$\cos\alpha$	$\frac{1}{\sqrt{1+\mathrm{tg}^2\,\alpha}}$	$\frac{\mathrm{cotg}\,\alpha}{\sqrt{1+\mathrm{cotg}^2\alpha}}$
$\mathrm{tg}\,\alpha$	$\frac{\sin\alpha}{\sqrt{1-\sin^2\alpha}}$	$\frac{\sqrt{1-\cos^2\alpha}}{\cos\alpha}$	$\mathrm{tg}\,\alpha$	$\frac{1}{\mathrm{cotg}\,\alpha}$
$\mathrm{cotg}\,\alpha$	$\frac{\sqrt{1-\sin^2\alpha}}{\sin\alpha}$	$\frac{\cos\alpha}{\sqrt{1-\cos^2\alpha}}$	$\frac{1}{\mathrm{tg}\,\alpha}$	$\mathrm{cotg}\,\alpha$

2.3. CALCULUL TRIGONOMETRIC AL TRIUNGHIURILOR

Tabela 22.5. **Triunghi dreptunghi**



Elementele triunghiului: date	Elementele triunghiului: căutate	Rezolvarea	
a, b	α	$\mathrm{tg}\,\alpha = \frac{a}{b}$;	$\alpha = 90° - \beta$;
	β	$\mathrm{tg}\,\beta = \frac{b}{a}$;	$\beta = 90° - \alpha$;
	c	$c = \sqrt{a^2 + b^2}$;	$c = \frac{a}{\sin\alpha} = \frac{b}{\cos\alpha}$;
	A	$A = \frac{a \cdot b}{2}$,	

Tabela 22.5 (continuare)

Elementele triunghiului — date	Elementele triunghiului — căutate	Rezolvarea
a, c	α	$\sin\alpha = \frac{a}{c}$; $\alpha = 90° - \beta$;
	β	$\cos\beta = \frac{a}{c}$; $\beta = 90° - \alpha$;
	b	$b = \sqrt{c^2 - a^2} = \sqrt{(c+a)(c-a)} = c\cdot\cos\alpha = c\cdot\sin\beta$;
	A	$A = \frac{a}{2}\sqrt{(c+a)(c-a)} = \frac{1}{2}a\cdot c\cdot\sin\beta$.
a, α	b	$b = a\cdot\mathrm{cotg}\,\alpha$;
	c	$c = \frac{a}{\sin\alpha}$;
	A	$A = \frac{a_2}{2}\mathrm{cotg}\,\alpha$.
b, α	a	$a = b\cdot\mathrm{tg}\,\alpha$;
	c	$c = \frac{b}{\cos\alpha}$;
	A	$A = \frac{b^2}{2}\mathrm{tg}\,\alpha$.
c, α	a	$a = c\cdot\sin\alpha$;
	b	$b = c\cdot\cos\alpha$;
	A	$A = \frac{c^2}{2}\sin\alpha\cdot\cos\alpha = \frac{c^2}{4}\sin 2\alpha$

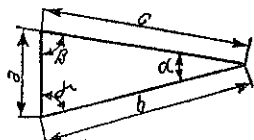


Tabela 22.6. **Triunghi oarecare** (scalen)

Elementele triunghiului — date	Elementele triunghiului — căutate	Rezolvarea
a, b, γ	α	$\sin\alpha = \frac{a\sin\gamma}{c}$; $\mathrm{tg}\,\alpha = \frac{a\sin\gamma}{b - a\cos\gamma}$;
	β	$\sin\beta = \frac{b\sin\gamma}{c}$; $\mathrm{tg}\,\beta = \frac{b\sin\gamma}{a - b\cos\gamma}$;

Tabela 22.6 (continuare)

Elementele triunghiului — date	Elementele triunghiului — căutate	Rezolvarea
a, a, γ	c	$c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab\cos\gamma}$;
	A	$A = \frac{a\cdot b}{2}\sin\gamma$.
a, β, γ sau a, α, β		$\alpha = 180° - (\beta + \gamma)$; $\beta = 180° - (\alpha + \gamma)$; $\gamma = 180° - (\alpha + \beta)$;
	b	$b = \frac{a\sin\beta}{\sin\alpha} = \frac{a\sin\beta}{\sin(\beta+\gamma)}$;
	c	$c = \frac{a\sin\gamma}{\sin\alpha} = \frac{a\sin\gamma}{\sin(\beta+\gamma)}$;
	A	$A = \frac{a\,b\sin\gamma}{2} = \frac{a^2\sin\beta\sin\gamma}{2\sin\alpha}$
a, b, α	β	$\sin\beta = \frac{b\sin\alpha}{a}$; β poate fi $\gtrless \alpha$ dacă $b \gtrless a$, atunci $\beta \gtrless \alpha$
	γ	$\gamma = 180° - (\alpha + \beta)$;
	c	$c = \frac{a\sin\gamma}{\sin\alpha} = b\cos\alpha \pm \sqrt{a^2 - b^2\sin^2\alpha}$; semnul + se ia pentru $b > \alpha$ semnul − se ia pentru $b < \alpha$
	A	$A = \frac{ab\sin\gamma}{2} = \frac{b\sin\alpha}{2}(b\cos\alpha \pm \sqrt{a^2 - b^2\sin^2\alpha})$
a, b, c	α	$\cos\alpha = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}$; $\cos\frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{p(p-a)}{bc}}$;
	β	$\cos\beta = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac}$; $\cos\frac{\beta}{2} = \sqrt{\frac{p(p-b)}{ac}}$;
	γ	$\cos\gamma = \frac{b^2 + a^2 - c^2}{2ab}$; $\cos\frac{\gamma}{2} = \sqrt{\frac{p(p-c)}{ab}}$;
	A	$A = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$

3. GEOMETRIE

3.1. DEFINIŢII

Într-un triunghi oarecare suma celor trei unghiuri este de 180°.

Dacă unul din unghiuri este de 90° (unghi drept), triunghiul se numeşte dreptunghi. Latura opusă unghiului drept se numeşte *ipotenuză*, iar celelalte două, *catete*.

3.2. TEOREMA LUI PITAGORA

Într-un triunghi dreptunghic, pătratul ipotezei este egal cu suma pătratelor catetelor : $c^2 = a^2 + b^2$,
iar pătratul unei catete este egal cu diferenţa dintre pătratul ipotenuzei şi pătratul celeilalte catete : $a^2 = c^2 - b^2$ sau $b^2 = c^2 - a^2$.

Exemplu: Catetele fiind de 5 cm şi 7 cm, ipotenuza este:

$$c = \sqrt{5^2 + 7^2} = \sqrt{25 + 49} = \sqrt{74} = 8{,}5 \text{ cm.}$$

Numerele pitagorice sînt numere întregi a, b, c, între care există relaţia : $a^2 + b^2 = c^2$.

Triunghiurile formate din laturile a, b, c cu valorile din tabela 22.7 măsurate în orice unităţi de lungime, sînt dreptunghice.

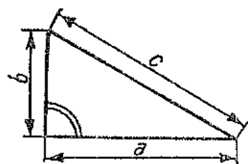


Tabela 22.7

a	b	c	a	b	c
4	3	5	16	12	20
6	8	10	20	21	29
8	15	17	24	7	25
10	24	26	30	16	34
12	5	13	40	9	51

3.3. ARIA ŞI CENTRUL DE GREUTATE AL FIGURILOR PLANE

Tabela 22.8

Nr. crt.	Figura şi denumirea	Formule
1	Triunghi	$A = \frac{a \cdot h}{2}$ $GO = \frac{1}{3} AO$ $(CO = OB)$
2	Pătrat	$A = a \cdot a = a^2$ G este la intersecţia diagonalelor
3	Dreptunghi	$A = a \cdot b$ G este la intersecţia diagonalelor
4	Paralelogram	$A = a \cdot h$ G este la intersecţia diagonalelor
5	Romb	$A = a \cdot h$ G este la intersecţia diagonalelor

Se notează cu: A aria; G centrul de greutate

Tabela 22.8 (continuare)

Nr. crt.	Figura şi denumirea	Formule
6	Trapez	$A = \frac{a+b}{2} h$ $GO = \frac{1}{3} h \frac{2a+b}{a+b}$
7	Cerc	$A = \pi r^2 = \frac{\pi}{4} d^2$ G este în centrul cercului (lungimea cercului $= 2\pi r = \pi d$)
8	Semicerc	$A = \frac{\pi}{2} r^2 = \frac{\pi}{8} d^2$ $GO = \frac{4r}{3\pi} = 0{,}43\, r$
9	Inel concentric	$A = \pi (R^2 - r^2) = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$. G este în centrul cercurilor
10	Sector circular	$A = \frac{a \cdot r}{2} = \frac{\alpha}{360} \pi r^2$ $GO = \frac{2rc}{3a}$

Tabela 22.8 (continuare)

Nr. crt.	Figura şi denumirea	Formule
11	Segment circular	$A = \frac{r(a-c) + c \cdot f}{2}$ $GO = \frac{c^3}{12A}$
12	Elipsă	$A = \pi ab$ G este la intersecţia axelor

3.4. VOLUMUL, ARIA ŞI CENTRUL DE GREUTATE AL CORPURILOR GEOMETRICE

Tabela 22.9

Nr. crt.	Figura şi denumirea	Formule
1	Cilindru	$V = \pi r^2 h = \frac{\pi}{4} d^2 h$ $A_l = 2\pi rh = \pi dh$ $A_t = \pi dh + \frac{\pi}{2} d^2$ $GO = \frac{h}{2}$

Tabela 22.9 (continuare)

Nr. crt.	Figura şi denumirea	Formule
2	Cilindru gol	$V = \pi h (R^2 - r^2)$ $A_l = 2\pi h (R + r) = \pi h (D + d)$ $A_t = \pi \left[h (D + d) + \frac{1}{2} (D^2 - d^2) \right]$ $GO = \frac{h}{2}$
3	Paralelipiped	$V = abh$ $A_l = 2 (a + b)h$ $A_t = 2 \ [(a + b) h + ab]$ G este la intersecţia diagonalelor
4	Piramidă	$V = \frac{h}{3} B$ $A_l = n \frac{aI}{2}$ (I — înălţimea triunghiului) $A_t = n \frac{aI}{2} + B$ $GO = \frac{1}{4} h$

Tabela 22.9 (continuare)

Nr. crt.	Figura şi denumirea	Formule
5	Trunchi de piramidă dreaptă	$V = \frac{h}{3} (B + B_1 + \sqrt{B \cdot B_1})$ $A_l = \frac{nI}{2} (a + b)$ (I — înălţimea trapezului) $A_t = \frac{nI}{2} (a + b) + B + B_1$ $GO = \frac{h}{4} \cdot \frac{B + 2\sqrt{BB_1} + 3B_1}{B + \sqrt{BB_1} + B_1}$
6	Con	$V = \frac{\pi h}{3} r^2$ $A_l = \pi r g$ (g — generatoarea) $A_t = \pi r (g + r)$ $GO = \frac{1}{4} h$
7	Trunchi de con	$V = \frac{\pi h}{3} (R^2 + r^2 + Rr)$ $A_l = \pi g (R + r)$ $A_t = \pi \ [g (R + r) + R^2 + r^2]$ $GO = \frac{h}{4} \cdot \frac{R^2 + 2Rr + 3r^2}{R^2 + Rr + r^2}$
8	Sferă	$V = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{\pi}{6} d^3$ $A_t = 4\pi r^2 = \pi d^2$ (G este în centrul sferei)

Tabela 22.9 (continuare)

Nr. crt.	Figura şi denumirea	Formule
9	Sector sferic	$V = \frac{2}{3}\pi r^2 h = \frac{\pi}{6} d^2 h$ $A_t = \frac{\pi r}{2}(4h + c)$ $GO = \frac{3}{4}\left(r - \frac{h}{2}\right)$
10	Segment sferic (calotă sferică)	$V = \pi h^2\left(r - \frac{h}{3}\right) = \pi h\left(\frac{c^2}{8} + \frac{h^2}{6}\right)$ $A_l = 2\pi r h = \frac{\pi}{4}(c^2 + 4h^2)$ $A_t = \frac{\pi}{2}(c^2 + 2h^2)$ $GO = \frac{3}{4}\,\frac{(2r - h)^2}{3r - h}$
11	Zonă sferică	$V = \frac{\pi h}{6}(3a^2 + 3b^2 + h^2)$ $A_l = 2\pi r h$ $A_t = \pi(2rh + a^2 + b^2)$
12	Elipsoid	$V = \frac{4\pi}{3} a \cdot b \cdot c$ A — nu se poate calcula printr-o formulă simplă

Tabela 22.9 (continuare)

Nr. crt.	Figura şi denumirea	Formule
13	Butoi	$V \approx \frac{\pi l}{15}(2D^2 + Dd + 0{,}75d^2)$ A_l nu se poate calcula printr-o formulă simplă
14	Inel circular (tor)	$V = 2\pi^2 R r^2 = 19{,}739\ R r^2$ $A_l = 4\pi^2 R r = \pi^2 D d = 9{,}8696\ Dd$

Se notează cu V — volumul corpului; G — centrul de greutate; Al — suprafaţa laterală; At = suprafaţa totală; B — suprafaţa bazei mari; B_1 — suprafaţa bazei mici; h — înălţimea; n — numărul laturilor.

3.5. CALCULUL POLIGOANELOR REGULATE

Notînd cu:

n — numărul laturilor; c — latura poligonului; R — raza cercului circumscris; r — raza cercului înscris; A — aria poligonului, rezultă următoarele relaţii:

$c = 2R \sin 180°/n = 2r \operatorname{tg} 180°/n$;

$R = c/2 : \sin 180°/n = r : \cos 180°/n$;

$r = c/2 \operatorname{cotg} 180°/n = R \cos 180°/n$;

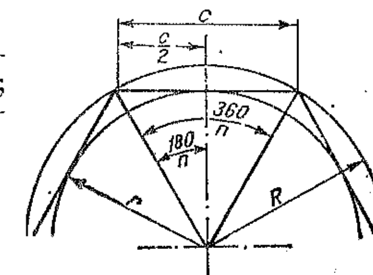


Fig. 22.1.

$$A = \frac{n}{2} R^2 \sin\ 360°/n = nr^2 \operatorname{tg}\ 180°/n = n\,\frac{c^2}{4} \operatorname{cotg} 180°/n.$$

Capitolul 23

TABELE MATEMATICE

1. SEMNE MATEMATICE

Tabela 23.1

Semnul	Semnificaţia	Explicaţii
,	virgulă pentru numere zecimale	de ex.: 75,32
([{	paranteză rotundă, paranteză dreaptă şi acoladă	
...	pînă la	de ex.: 17...23
+	plus, şi cu, adunat cu	
−	minus, mai puţin, scăzut	
· ×	înmulţit cu, ori	punctul se aşază la mijlocul înălţimii, între numere sau între litere reprezentînd numere, de exemplu 3·52; $a \cdot b$
: / —	împărţit cu, supra	
$\sqrt{\ }$	rădăcină pătrată	
$\sqrt[n]{\ }$	rădăcină de ordinul n	
⩽	mai mic sau cel mult egal	
⩾	mai mare sau cel puţin egal	
~	proporţional asemenea	
∞	infinit	
Δ	triunghi	
∢	unghi	se aşază deasupra literelor care definesc unghiul de ex.: $\widehat{AOB}$
$\overline{MN}$	segmentul de dreaptă MN	
=	egal	
⊥	perpendicular pe	
∥	paralel	
⋕	paralel şi egal	
°	grad	30°
′	minut	1° = 60′
″	secundă	1′ = 60″ 15°14′54.8″
rad	radian	unghiul arcului egal cu 1 pe cercul cu raza 1; 1 rad = = 57°17′44,8″ = = 57,295 78°
≠	neegal, diferit de	
≡	identic cu	
≈	aproape egal, aproximativ	
<	mai mic decît	
>	mai mare decît	
$\widehat{MN}$	arcul de cerc MN	
lg	logaritm zecimal (vulgar)	logaritm cu baza 10
ln	logaritm natural (neperian)	logaritm cu baza $e = 2,718\ 28$
sin	sinus	
cos	cosinus	
tg	tangentă	
cotg	cotangentă	
sec	secantă	
cosec	cosecantă	
%	la sută, procent	
‰	la mie, promil	

Observaţie. În textele tipărite semnele matematice se imprimă cu caractere drepte.

2. TABELE DE CALCUL

2.1. MANTISELE LOGARITMILOR ZECIMALI (BRIGGS, VULGARI)

Tabela 23.2 **Mantisele logaritmilor zecimali (vulgari) ale numerelor de la 10 pînă la 999**

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100	0 000	0 004	0 009	0 013	0 017	0 022	0 026	0 030	0 035	0 039
101	0 043	0 048	0 052	0 056	0 060	0 065	0 069	0 073	0 077	0 082
102	0 086	0 090	0 095	0 099	0 103	0 107	0 111	0 116	0 120	0 124
103	0 128	0 133	0 137	0 141	0 145	0 149	0 154	0 158	0 162	0 166
104	0 170	0 175	0 179	0 183	0 187	0 191	0 195	0 199	0 204	0 208
105	0 212	0 216	0 220	0 224	0 228	0 232	0 237	0 241	0 245	0 249
106	0 253	0 257	0 261	0 265	0 269	0 273	0 278	0 282	0 286	0 290
107	0 294	0 298	0 302	0 306	0 310	0 314	0 318	0 322	0 326	0 330
108	0 334	0 338	0 342	0 346	0 350	0 354	0 358	0 362	0 366	0 370
109	0 374	0 378	0 382	0 386	0 390	0 394	0 398	0 402	0 406	0 410
110	0 414	0 418	0 422	0 426	0 430	0 434	0 438	0 441	0 445	0 449
11	0 414	0 453	0 492	0 531	0 569	0 607	0 645	0 682	0 719	0 755
12	0 792	0 828	0 864	0 899	0 934	0 969	1 004	1 038	1 072	1 106
13	1 139	1 173	1 206	1 239	1 271	1 303	1 335	1 367	1 409	1 430
14	1 461	1 492	1 523	1 553	1 584	1 614	1 644	1 673	1 703	1 732
15	1 761	1 790	1 818	1 847	1 875	1 903	1 931	1 959	1 987	2 014
16	2 041	2 068	2 095	2 122	2 148	2 175	2 201	2 227	2 253	2 279
17	2 304	2 330	2 355	2 380	2 405	2 430	2 455	2 480	2 504	2 529
18	2 553	2 577	2 601	2 625	2 648	2 672	2 695	2 718	2 742	2 765
19	2 788	2 810	2 833	2 856	2 878	2 900	2 923	2 945	2 967	2 989
20	3 010	3 032	3 054	3 075	3 096	3 118	3 139	3 160	3 181	3 201
21	3 222	3 243	3 263	3 284	3 304	3 324	3 354	3 365	3 385	3 404
22	3 424	3 444	3 464	3 483	3 502	3 522	3 451	3 560	3 579	3 598
23	3 617	3 636	3 655	3 674	3 962	3 711	3 729	3 747	3 766	3 784
24	3 802	3 820	3 838	3 856	3 874	3 892	3 909	3 927	3 945	3 962
25	3 979	3 997	4 014	4 031	4 048	4 065	4 082	4 099	4 116	4 133
26	4 150	4 166	4 183	4 200	4 216	4 232	4 249	4 265	4 281	4 298
27	4 314	4 330	4 346	4 362	4 378	4 393	4 409	4 425	4 440	4 456
28	4 472	4 487	4 502	4 518	4 533	4 548	4 564	4 579	4 594	4 609
29	4 624	4 639	4 654	4 669	4 683	4 698	4 713	4 728	4 742	4 757

Tabela 23.2 (continuare)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	4 717	4 786	4 800	4 814	4 829	4 843	4 857	4 871	4 886	4 900
31	4 914	4 928	4 942	4 955	4 969	4 983	4 997	5 011	5 024	5 038
32	5 051	5 065	5 079	5 092	5 105	5 119	5 132	5 145	5 159	5 172
33	5 185	5 198	5 211	5 224	5 237	5 250	5 263	5 276	5 289	5 302
34	5 315	5 328	5 340	5 353	5 366	5 378	5 391	5 403	5 416	5 428
35	5 441	5 453	5 465	5 478	5 490	5 502	5 514	5 527	5 539	5 551
36	5 563	5 575	5 587	5 599	5 611	5 623	5 635	5 647	5 658	5 670
37	5 682	5 694	5 705	5 717	5 729	5 740	5 752	5 763	5 775	5 786
38	5 798	5 809	5 821	5 832	5 843	5 855	5 866	5 877	5 888	5 899
39	5 911	5 922	5 933	5 944	5 955	5 966	5 977	5 988	5 999	6 010
40	6 021	6 031	6 042	6 053	6 064	6 075	6 085	6 096	6 107	6 117
41	6 128	6 138	6 149	6 160	6 170	6 180	6 191	6 201	6 212	6 222
42	6 232	6 243	6 253	6 263	6 274	6 284	6 294	6 304	6 314	6 325
43	6 335	6 345	6 355	6 365	6 375	6 385	6 395	6 405	6 415	6 425
44	6 435	6 444	6 454	6 464	6 474	6 484	6 493	6 503	6 513	6 522
45	6 532	6 542	6 551	6 561	6 751	6 580	6 590	6 599	6 609	6 618
46	6 628	6 637	6 646	6 656	6 665	6 675	6 684	6 693	6 702	6 712
47	6 721	6 730	6 739	6 749	6 758	6 767	6 776	6 785	6 794	6 803
48	6 812	6 821	6 830	6 839	6 848	6 857	6 866	6 875	6 884	6 893
49	6 902	6 911	6 920	6 928	6 937	6 946	6 955	6 964	6 972	6 981
50	6 990	6 998	7 007	7 016	7 024	7 033	7 042	7 050	7 059	7 067
51	7 076	7 084	7 093	7 101	7 110	7 118	7 126	7 135	7 143	7 152
52	7 160	7 168	7 177	7 185	7 193	7 202	7 210	7 218	7 226	7 235
53	7 243	7 251	7 259	7 267	7 275	7 284	7 292	7 300	7 308	7 316
54	7 324	7 332	7 340	7 348	7 356	7 364	7 372	7 380	7 388	7 396
55	7 404	7 412	7 419	7 427	7 435	7 443	7 451	7 459	7 466	7 474
56	7 482	7 490	7 497	7 505	7 513	7 520	7 528	7 536	7 543	7 551
57	7 559	7 566	7 574	7 582	7 589	7 597	7 604	7 612	7 619	7 626
58	7 634	7 642	7 648	7 657	7 664	7 672	7 679	7 686	7 694	7 701
59	7 709	7 716	7 723	7 731	7 738	7 745	7 752	7 760	7 767	7 774
60	7 782	7 789	7 796	7 803	7 810	7 818	7 825	7 832	7 839	7 846
61	7 853	7 860	7 868	7 875	7 882	7 889	7 896	7 903	7 910	7 917
62	7 924	7 931	7 938	7 945	7 952	7 959	7 966	7 973	7 980	7 987
63	7 993	8 000	8 007	8 014	8 021	8 028	8 035	8 041	8 048	8 055
64	8 062	8 069	8 075	8 082	8 089	8 096	8 102	8 109	8 116	8 122

Tabela 23.2 (continuare)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
65	8 129	8 136	8 142	8 149	8 156	8 162	8 169	8 176	8 182	8 189
66	8 195	8 202	8 209	8 215	8 222	8 228	8 235	8 241	8 248	8 254
67	8 261	8 267	8 274	8 280	8 287	8 293	8 299	8 306	8 312	8 319
68	8 325	8 331	8 338	8 344	8 351	8 357	8 363	8 370	8 376	8 382
69	8 388	8 395	8 401	8 407	8 414	8 420	8 426	8 432	8 439	8 445
70	8 451	8 457	8 463	8 470	8 476	8 482	8 488	8 494	8 500	8 506
71	8 513	8 519	8 525	8 531	8 537	8 543	8 549	8 555	8 561	8 567
72	8 573	8 579	8 585	8 591	8 597	8 603	8 609	8 615	8 621	8 627
73	8 633	8 639	8 645	8 651	8 657	8 663	8 669	8 675	8 681	8 686
74	8 692	8 698	8 704	8 710	8 716	8 722	8 727	8 733	8 739	8 745
75	8 751	8 756	8 762	8 768	8 774	8 779	8 785	8 791	8 797	8 802
76	8 808	8 814	8 820	8 825	8 831	8 837	8 842	8 848	8 854	8 859
77	8 865	8 871	8 876	8 882	8 887	8 893	8 899	8 904	8 910	8 915
78	8 921	8 927	8 932	8 938	8 943	8 949	8 954	8 960	8 965	8 971
79	8 976	8 982	8 987	8 993	8 998	9 004	9 009	9 015	9 020	9 025
80	9 031	9 036	9 042	9 047	9 053	9 058	9 063	9 069	9 074	9 079
81	9 085	9 090	9 096	9 101	9 106	9 112	9 117	9 122	9 128	9 133
82	9 138	9 143	9 149	9 154	9 159	9 165	9 170	9 175	9 180	9 186
83	9 191	9 196	9 201	9 206	9 212	9 217	9 222	9 227	9 232	9 238
84	9 243	9 248	9 253	9 258	9 263	9 269	9 274	9 279	9 284	9 289
85	9 294	9 299	9 304	9 309	9 315	9 320	9 325	9 330	9 335	9 340
86	9 345	9 350	9 355	9 360	9 365	9 370	9 375	9 380	9 385	9 390
87	9 395	9 400	9 405	9 410	9 415	9 420	9 425	9 430	9 435	9 440
88	9 445	9 450	9 455	9 460	9 465	9 469	9 474	9 479	9 484	9 489
89	9 494	9 499	9 504	9 509	9 513	9 518	9 523	9 528	9 533	9 538
90	9 542	9 547	9 552	9 557	9 562	9 566	9 571	9 576	9 581	9 586
91	9 590	9 595	9 600	9 605	9 609	9 614	9 619	9 624	9 628	9 633
92	9 638	9 643	9 647	9 652	9 657	9 661	9 666	9 671	9 675	9 680
93	9 685	9 689	9 694	9 699	9 703	9 708	9 713	9 717	9 722	9 727
94	9 731	9 736	9 741	9 745	9 750	9 754	9 759	9 763	9 768	9 773
95	9 777	9 782	9 786	9 791	9 795	9 800	9 805	9 809	9 814	9 818
96	9 823	9 827	9 832	9 836	9 841	9 845	9 850	9 854	9 859	9 863
97	9 868	9 872	9 877	9 881	9 886	9 890	9 894	9 899	9 903	9 908
98	9 912	9 917	9 921	9 926	9 930	9 934	9 939	9 943	9 948	9 952
99	9 956	9 961	9 965	9 969	9 974	9 978	9 983	9 987	9 991	9 996

2.2. FUNCŢII TRIGONOMETRICE: SINUS, COSINUS, TANGENTĂ ŞI COTANGENTĂ

Tabela 23.3

Sinus 0° ... 45°

Diferența medie pe 1'	Grad	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'		
2,9	**0**	0,0000	0,0029	0,0058	0,0087	0,0116	0,0145	0,0175	**89**	2,9
,,	1	0,0175	0,0204	0,0233	0,0262	0,0291	0,0320	0,0349	88	
,,	2	0,0349	0,0378	0,0407	0,0436	0,0465	0,0494	0,0523	87	,,
,,	3	0,0523	0,0552	0,0581	0,0610	0,0640	0,0669	0,0698	86	
,,	4	0,0698	0,0727	0,0756	0,0785	0,0814	0,0843	0,0872	85	,,
,,	5	0,0872	0,0901	0,0929	0,0958	0,0987	0,1016	0,1045	84	,,
,,	6	0,1045	0,1074	0,1103	0,1132	0,1161	0,1190	0,1219	83	,,
,,	7	0,1219	0,1248	0,1276	0,1305	0,1334	0,1363	0,1392	82	,,
,,	8	0,1392	0,1421	0,1449	0,1478	0,1507	0,1536	0,1564	81	,,
,,	9	0,1564	0,1593	0,1622	0,1650	0,1679	0,1708	0,1736	80	,,
2,9	**10**	0,1736	0,1765	0,1794	0,1822	0,1851	0,1880	0,1908	**79**	2,9
2,8	11	0,1908	0,1937	0,1965	0,1994	0,2022	0,2051	0,2079	78	2,8
,,	12	0,2079	0,2108	0,2136	0,2164	0,2193	0,2221	0,2250	77	,,
,,	13	0,2250	0,2278	0,2306	0,2334	0,2363	0,2391	0,2419	76	,,
,,	14	0,2419	0,2447	0,2476	0,2501	0,2532	0,2560	0,2588	75	,,
,,	15	0,2588	0,2616	0,2644	0,2672	0,2700	0,2728	0,2756	74	,,
,,	16	0,2756	0,2784	0,2812	0,2840	0,2868	0,2896	0,2924	73	,,
,,	17	0,2924	0,2952	0,2979	0,3007	0,3035	0,3062	0,3090	72	,,
2,8	18	0,3090	0,3118	0,3145	0,3173	0,3201	0,3228	0,3256	71	2,8
2,7	19	0,3256	0,3283	0,3311	0,3338	0,3365	0,3393	0,3420	70	2,7
,,	**20**	0,3420	0,3448	0,3475	0,3502	0,3529	0,3557	0,3584	**69**	,,
,,	21	0,3584	0,3611	0,3638	0,3665	0,3692	0,3719	0,3746	68	
,,	22	0,3746	0,3773	0,3800	0,3827	0,3854	0,3881	0,3907	67	,,
,,	23	0,3907	0,3934	0,3961	0,3987	0,4014	0,4041	0,4067	66	,,
2,7	24	0,4067	0,4094	0,4120	0,4147	0,4173	0,4200	0,4226	65	2,7
2,6	25	0,4226	0,4253	0,4279	0,4305	0,4331	0,4358	0,4384	64	2,6
,,	26	0,4384	0,4410	0,4436	0,4462	0,4488	0,4514	0,4540	63	,,
2,6	27	0,4540	0,4566	0,4592	0,4617	0,4643	0,4669	0,4695	62	2,6
2,5	28	0,4695	0,4720	0,4746	0,4772	0,4797	0,4823	0,4848	61	2,5
,,	29	0,4848	0,4874	0,4899	0,4924	0,4950	0,4975	0,5000	60	,,
,,	**30**	0,5000	0,5025	0,5050	0,5075	0,5125	0,5150	0,5150	**59**	,,
2,5	31	0,5150	0,5175	0,5200	0,5225	0,5250	0,5275	0,5299	58	2,5
2,4	32	0,5299	0,5324	0,5348	0,5373	0,5398	0,5422	0,5446	57	2,4
		60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	Grad	Diferența medie pe 1'

Cosinus 45° ... 90°

Tabela 23.3 (continuare)

Sinus 45° ... 90°

Diferența medie pe 1'	Grad	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'		
,,	33	0,5446	0,5471	0,5495	0,5519	0,5544	0,5568	0,5592	56	,,
,,	34	0,5592	0,5616	0,5640	0,5664	0,5688	0,5712	0,5736	55	,,
2,4	35	0,5736	0,5760	0,5783	0,5807	0,5831	0,5854	0,5878	54	2,4
2,3	36	0,5878	0,5901	0,5925	0,5948	0,5972	0,5995	0,6018	53	2,3
,,	37	0,6018	0,6041	0,6065	0,6088	0,6111	0,6134	0,6157	52	,,
2,3	38	0,6157	0,6180	0,6202	0,6225	0,6248	0,6271	0,6293	51	2,3
2,2	39	0,6293	0,6316	0,6338	0,6361	0,6383	0,6406	0,6428	50	2,2
,,	**40**	0,6428	0,6450	0,6472	0,6494	0,6517	0,6539	0,6561	**49**	,,
2,2	41	0,6561	0,6583	0,6604	0,6626	0,6648	0,6670	0,6691	48	2,2
2,1	42	0,6691	0,6713	0,6734	0,6756	0,6777	0,6799	0,6820	47	2,1
,,	43	0,6820	0,6841	0,6862	0,6884	0,6905	0,6926	0,6947	46	,,
,,	44	0,6947	0,6967	0,6988	0,7009	0,7030	0,7050	0,7071	45	,,
2,0	**45**	0,7071	0,7092	0,7112	0,7153	0,7143	0,7173	0,7193	**44**	2,0
2,0	46	0,7193	0,7214	0,7234	0,7254	0,7274	0,7294	0,7314	43	2,0
1,9	47	0,7314	0,7333	0,7353	0,7373	0,7392	0,7412	0,7431	42	1,9
,,	48	0,7431	0,7451	0,7470	0,7490	0,7509	0,7528	0,7547	41	,,
1,9	49	0,7547	0,7566	0,7585	0,7604	0,7623	0,7642	0,7660	40	1,9
1,8	**50**	0,7660	0,7679	0,7698	0,7716	0,7735	0,7753	0,7771	**39**	1,8
,,	51	0,7771	0,7790	0,7808	0,7826	0,7844	0,7862	0,7880	38	,,
1,8	52	0,7880	0,7898	0,7916	0,7934	0,7951	0,7969	0,7986	37	1,8
1,7	53	0,7986	0,8004	0,8021	0,8039	0,7056	0,8073	0,8090	36	1,7
1,7	54	0,8090	0,8107	0,8124	0,8141	0,8158	0,8175	0,8192	35	1,7
1,6	55	0,8192	0,8208	0,8225	0,8241	0,8258	0,8274	0,8290	34	1,6
1,6	56	0,8290	0,8307	0,8323	0,8339	0,8355	0,8371	0,8387	33	1,6
1,5	57	0,8387	0,8403	0,8418	0,8434	0,8450	0,8465	0,8480	32	1,5
,,	58	0,8480	0,8496	0,8511	0,8526	0,8542	0,8557	0,8572	31	,,
1,5	59	0,8572	0,8587	0,8601	0,8616	0,8631	0,8646	0,8660	30	1,5
1,4	**60**	0,8660	0,8675	0,8689	0,8704	0,8718	0,8732	0,8746	**29**	1,4
1,4	61	0,8746	0,8760	0,8774	0,8788	0,8802	0,8816	0,8829	28	1,4
1,3	62	0,8829	0,8843	0,8857	0,8870	0,8884	0,8897	0,8910	27	1,3
1,3	63	0,8910	0,8923	0,8936	0,8949	0,8962	0,8975	0,8988	26	1,3
1,2	64	0,8988	0,9001	0,9013	0,9026	0,9038	0,9051	0,9063	25	1,2
,,	65	0,9063	0,9075	0,9088	0,9100	0,9112	0,9124	0,9135	24	,,
1,2	66	0,9135	09147	0,9159	0,9171	0,9182	0,9194	0,9205	23	1,2
1,1	67	0,9205	0,9216	0,9228	0,9239	0,9250	0,9261	0,9272	22	1,1
1,1	68	0,9272	0,9283	0,9293	0,9304	0,9315	0,9325	0,9336	21	1,1
1,0	69	0,9336	0,9346	0,9356	0,9367	0,9377	0,9387	0,9397	20	1,0
1,0	**70**	0,9397	0,9407	0,9417	0,9426	0,9436	0,9446	0,9455	**19**	1,0
		60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	Grad	Diferența medie pe 1'

Cosinus 0° ... 90°

Tabela 23.3 (continuare)

Sinus 45° ... 90°

Diferența medie pe 1'	Grad	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'		
0,9	71	0,9455	0,9465	0,9474	0,9483	0,9492	0,9502	0,9511	18	0,9
0,9	72	0,9511	0,9520	0,9528	0,9537	0,9546	0,9555	0,9563	17	0,9
0,8	73	0,9563	0,9572	0,9580	0,9588	0,9596	0,9605	0,9613	16	0,8
0,8	74	0,9613	0,9621	0,9628	0,9636	0,9644	0,9652	0,9659	15	0,8
0,7	75	0,9659	0,9667	0,9674	0,9681	[illegible]	0,9696	0,9703	14	0,7
0,7	76	0,9703	0,9710	0,9717	0,9724	0,9730	0,9737	0,9744	13	0,7
0,6	77	0,9744	0,9750	0,9757	0,9763	0,9769	0,9775	0,9781	12	0,6
0,6	78	0,9781	0,9787	0,9793	0,9799	0,9805	0,9811	0,9816	11	0,6
0,5	79	0,9816	0,9822	0,9827	0,9833	0,9838	0,9843	0,9848	10	0,5
0,5	**80**	0,9848	0,9853	0,9858	0,9863	0,9868	0,9872	0,9877	**9**	0,5
0,4	81	0,9877	0,9881	0,9886	0,9890	0,9894	0,9899	0,9903	8	0,4
0,4	82	0,9903	0,9907	0,9911	0,9914	0,9918	0,9922	0,9925	7	0,4
0,3	83	0,9925	0,9929	0,9932	0,9936	0,9939	0,9942	0,9945	6	0,3
0,3	84	0,9945	0,9948	0,9951	0,9954	0,9957	0,9959	0,9962	5	0,3
0,2	85	0,9962	0,9964	0,9967	0,9969	0,9971	0,9974	0,9976	4	0,2
0,2	86	0,9976	0,9978	0,9980	0,9981	0,9983	0,9985	0,9986	3	0,2
0,1	87	0,9986	0,9988	0,9989	0,9990	0,9992	0,9993	0,9994	2	0,1
0,1	88	0,9994	0,9995	0,9996	0,9997	0,9997	0,9998	0,9998	1	0,1
0,03	89	0,99985	0,99989	0,99993	0,99896	0,99998	0,99999	1,0000	0	0,03
		60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	Grad	Diferența medie pe 1'

Cosinus 0° ... 45°

Tangentă 0° ... 45°

Diferența medie pe 1'	Grad	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'		
2,9	0	0,0000	0,0029	0,0058	0,0087	0,0116	0,0145	0,0175	89	2,9
,,	1	0,0175	0,0204	0,0233	0,0262	0,0291	0,0320	0,0349	88	,,
,,	2	0,0349	0,0378	0,0407	0,0437	0,0466	0,0495	0,0524	87	,,
,,	3	0,0524	0,0553	0,0582	0,0612	0,0641	0,0670	0,0699	86	,,
,,	4	0,0699	0,0729	0,0758	0,0787	0,0816	0,0846	0,0875	85	,,
,,	5	0,0875	0,0904	0,0934	0,0963	0,0992	0,1022	0,1051	84	,,
2,9	6	0,1051	0,1080	0,1110	0,1139	0,1169	0,1198	0,1228	83	2,9
3,0	7	0,1228	0,1257	0,1287	0,1317	0,1346	0,1376	0,1405	82	3,0
,,	8	0,1405	0,1435	0,1465	0,1495	0,1524	0,1554	0,1584	81	,,
,,	9	0,1584	0,1619	0,1644	0,1673	0,1703	0,1733	0,1763	80	,,
,,	**10**	0,1763	0,1793	0,1823	0,1853	0,1888	0,1914	0,1944	79	,,
		60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	Grad	Diferența medie pe 1'

Cotangentă 45° ... 90°

Tabela 23.3 (continuare)

Tangentă 45° ... 90°

Diferența medie pe 1'	Grad	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'		
3,0	11	0,1944	0,1974	0,2004	0,2035	0,2065	0,2095	0,2126	78	3,0
3,1	12	0,2126	0,2156	0,2186	0,2217	0,2247	0,2278	0,23 09	77	3,1
,,	13	0,2309	0,2339	0,2370	0,2401	0,2432	0,2462	0,2493	76	,,
,,	14	0,2493	0,2524	0,2555	0,2585	0,2617	0,2648	0,2679	75	,,
3,1	15	0,2679	0,2711	0,2742	0,2773	0,2805	0,2836	0,2867	74	3,1
3,2	16	0,2867	0,2899	0,2931	0,2962	0,2994	0,3026	0,3057	73	3,2
,,	17	0,3057	0,3089	0,3121	0,3153	0,3185	0,3217	0,3249	72	,,
3,2	18	0,3249	0,3281	0,3314	0,3346	0,3378	0,3411	0,3443	71	3,2
3,3	19	0,3443	0,3476	0,3508	0,3541	0,3574	0,3607	0,3640	70	3,3
3,3	**20**	0,3640	0,3673	0,3706	0,3739	0,3772	0,3805	0,3839	69	3,3
3,4	21	0,3839	0,3872	0,3906	0,3939	0,3973	0,4006	0,4040	68	3,4
3,4	22	0,4040	0,4074	0,4108	0,4142	0,4176	0,4210	0,4245	67	3,4
3,5	23	0,4245	0,4279	0,4314	0,4348	0,4383	0,4417	0,4452	66	3,5
3,5	24	0,4452	0,4487	0,4522	0,4557	0,4592	0,4628	0,4663	65	3,5
3,6	25	0,4663	0,4699	0,4734	0,4770	0,4806	0,4841	0,4877	64	3,6
3,6	26	0,4877	0,4913	0,4950	0,4986	0,5022	0,5059	0,5095	63	3,6
3,7	27	0,5095	0,5132	0,5169	0,5206	0,5243	0,5280	0,5317	62	3,7
3,8	28	0,5317	0,5354	0,5392	0,5430	0,5467	0,5505	0,5543	61	3,8
3,9	29	0,5543	0,5581	0,5619	0,5658	0,5696	0,5735	0,5774	60	3,9
3,9	**30**	0,5774	0,5812	0,5851	0,5890	0,5930	0,5969	0,6009	**59**	3,9
4,0	31	0,6009	0,6048	0,6088	0,6128	0,6168	0,6208	0,6249	58	4,0
4,1	32	0,6249	0,6289	0,6330	0,6371	0,6412	0,6453	0,6494	57	4,1
4,2	33	0,6494	0,6536	0,6577	0,6619	0,6661	0,6703	0,6745	56	4,2
4,3	34	0,6745	0,6787	0,6830	0,6873	0,6916	0,6959	0,7002	55	4,3
4,4	35	0,7002	0,7046	0,7089	0,7133	0,7177	0,7221	0,7265	54	4,4
4,5	36	0,7265	0,7310	0,7355	0,7400	0,7445	0,7490	0,7536	53	4,5
4,6	37	0,7536	0,7581	0,7627	0,7673	0,7720	0,7766	0,7813	52	4,6
4,7	38	0,7813	0,7860	0,7907	0,7954	0,8002	0,8050	0,8098	51	4,7
4,9	39	0,8098	0,8146	0,8195	0,8243	0,8292	0,8342	0,8391	50	4,9
5,0	**40**	0,8391	0,8441	0,8491	0,8541	0,8591	0,8642	0,8693	**49**	5,0
5,2	41	0,8693	0,8744	0,8796	0,8847	0,8899	0,8952	0,9004	48	5,2
5,4	42	0,9004	0,9057	0,9110	0,9163	0,9217	0,9271	0,9325	47	5,4
5,5	43	0,9325	0,9380	0,9435	0,9490	0,9545	0,9601	0,9657	46	5,5
5,7	44	0,9657	0,9713	0,9770	0,9827	0,9884	0,9942	1,0000	45	5,7
5,9	45	1,0000	1,0058	1,0117	1,0176	1,0235	1,0295	1,0355	44	5,9
6,2	46	1,0355	1,0416	1,0477	1,0538	1,0599	1,0661	1,0724	43	6,2
6,4	47	1,0724	1,0786	1,0850	1,0913	1,0977	1,1041	1,1106	42	6,4
6,6	48	1,1106	1,1171	1,1237	1,1303	1,1369	1,1436	1,1504	41	6,6
6,9	49	1,1504	1,1572	1,1640	1,1708	1,1778	1,1847	1,1918	40	6,9
		60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	Grad	Diferența medie pe 1'

Cotangentă 0° ... 45°

Tabela 23.3 (continuare)

Tangentă 45° ... 90°

Diferența medie pe 1′	Grad	0′	10′	20′	30′	40′	50′	60′		
7,2	**50**	1,1918	1,1988	1,2059	1,2131	1,2203	1,2276	1,2349	**39**	7,2
7,5	51	1,2349	1,2423	1,2497	1,2572	1,2647	1,2723	1,2799	38	7,5
7,9	52	1,2799	1,2876	1,2954	1,3032	1,3111	1,3190	1,3270	37	7,9
8,2	53	1,3270	1,3351	1,3432	1,3514	1,3597	1,3680	1,3764	36	8,2
8,6	54	1,3764	1,3848	1,3934	1,4019	1,4106	1,4193	1,4281	35	8,6
9,1	55	1,4281	1,4370	1,4460	1,4550	1,4641	1,4733	1,4826	34	9,1
9,6	56	1,4826	1,4919	1,5013	1,5108	1,5204	1,5301	1,5399	33	9,6
10,1	57	1,5399	1,5497	1,5597	1,5697	1,5798	1,5900	1,6003	32	10,1
10,7	58	1,6003	1,6107	1,6214	1,6318	1,6426	1,6534	1,6643	31	10,7
11,3	59	1,6643	1,6753	1,6864	1,6967	1,7090	1,7205	1,7321	30	11,3
12,0	**60**	1,7321	1,7438	1,7556	1,7675	1,7796	1,7917	1,8041	**29**	12,0
12,8	61	1,8041	1,8165	1,8291	1,8418	1,8546	1,8676	1,8807	28	12,8
13,7	62	1,8807	1,8940	1,9074	1,9211	1,9347	1,9486	1,9626	27	13,7
14,7	63	1,9626	1,9768	1,9912	1,0058	2,0204	2,0353	2,0503	26	14,7
15,7	64	2,0503	2,0655	2,0809	2,0966	2,1123	2,1283	2,1445	25	15,7
16,9	65	2,1445	2,1609	2,1775	2,1943	2,2113	2,2286	2,2460	24	16,9
18,3	66	2,2460	2,2637	2,2817	2,2998	2,3183	2,3369	2,3558	23	18,3
19,9	67	2,3558	2,3752	2,3945	2,4142	2,4342	2,4545	2,4750	22	19,9
21,6	68	2,4751	2,4960	2,5172	2,5387	2,5605	2,5826	2,6051	21	21,6
23,7	69	2,6051	2,6279	2,6511	2,6746	2,6985	2,7228	2,7475	20	23,7
26,1	**70**	2,7475	2,7725	2,7980	2,8239	2,8502	2,8770	2,9042	**19**	26,1
28,9	71	2,9042	2,9319	2,9600	2,9887	3,0178	3,0475	3,0777	18	28,9
32,2	72	3,0777	3,1084	3,1397	3,1716	3,2041	3,2371	3,2709	17	32,2
36,1	73	3,2709	3,3052	3,3402	3,3759	3,4124	3,4495	3,4874	16	36,1
40,8	74	3,8474	3,5261	3,5656	3,6059	3,6470	3,6891	3,7324	15	40,8
46,5	75	3,7324	3,7760	3,8208	3,8667	3,9136	3,9617	4,0108	14	46,5
53,5	76	4,0109	4,0611	4,1126	4,1653	4,2193	4,2747	4,3315	13	53,5
62,1	77	4,3315	4,3897	4,4494	4,5107	4,5736	4,6383	4,7040	12	61,1
73,3	78	4,7040	4,7729	4,8430	4,9152	4,9894	5,0658	5,1446	11	73,3
87,8	79	5,1446	5,2257	5,3093	5,3955	5,4845	5,5764	5,6713	10	87,8
107,1	**80**	5,6713	5,7694	5,8708	5,9758	6,0844	6,1970	6,3138	**9**	107,1
133,0	81	6,3138	6,4348	6,5606	6,6912	6,8269	6,9682	7,1154	8	133,0
171,5	82	7,1154	7,2687	7,4287	7,5958	7,7704	7,9530	8,1444	7	171,5
228,3	83	8,1444	8,3450	8,5556	8,7769	9,0098	9,2553	9,5144	6	228,3
	84	9,5144	9,7882	10,0780	10,3854	10,7019	11,0594	11,4301	5	
	85	11,4301	11,8262	12,2505	12,7062	13,1969	13,7267	14,3007	4	
	86	14,3007	14,9244	15,6048	16,3499	17,1693	18,0750	19,0811	3	
	87	19,0811	20,2056	21,4704	22,9038	24,5418	26,4316	28,6463	2	
	88	28,6436	31,2416	34,3778	38,1885	42,9641	49,1039	57,2900	1	
	89	57,2900	68,7501	85,9398	114,5887	171,885	234,3774	∞	0	
		60′	50′	40′	30′	20′	10′	0′	Grad	Diferența medie pe 1′

Cotangentă 0° ... 45°

Exemple pentru modul de utilizare a tabelei 23.3. 1. Să se determine valoarea tg 38°20′.

În tabela pentru tangente, la intersecția rîndului corespunzător la 38° cu coloana pentru 20′ se citește 0,790 7. Deci : tg 38°20′ = 0,790 7.

2. Se cere să se afle unghiul corespunzător sinusului a cărui valoare este 0,840 3.

Într-una din coloanele sinusului se caută valoarea dată 0,840 3. Pe rîndul acestei valori, în coloana gradelor din stînga se citește 57°, iar în coloana minutelor, sus, corespund 10′. Deci unghiul căutat este 57°10′.

3. Se dă unghiul 12°16′ se cere valoarea sinusului acestui unghi.

Cum acest unghi și valoarea liniei trigonometrice corespunzătoare nu se găsesc în tabela 1.4, ele se determină prin interpolare. În calcul trebuie să se țină seama de sensul variației liniilor trigonometrice cînd unghiul crește în intervalul 0° la 90° (sinusul și tangenta cresc, iar cosinusul și cotangenta descresc).

Din tabelă se găsește că : sin 12°10′ = 0,210 8 ; diferența pentru 1′ este 2,8 crescător ;

pentru 6′ vom avea : $\frac{2,8 \times 6}{10\,000} = +\,0,001\,6.$

Deci : sin 12°15′ = 0,210 8 + 0,001 6 = 0,212 4.

4. Se dă unghiul de 72′38′ și se cere valoarea cotangentei acestui unghi.

Din tabelă se găsește că : cotg 72°30′ = 0,315 3 ;

diferența pentru 1′ este 3,2 descrescător ; pentru 8′ vom avea :

$$8 \times (-3,2) : 10\,000 = -\,0,002\,5.$$

Deci : cotg 72°38′ = 0,315 3 − 0,002 5 I = 0,312 8.

2.3. VALORI NUMERICE DES ÎNTÎLNITE

Tabela 23.4

Mărimea	Valoarea numerică	Mărimea	Valoarea numerică	Mărimea	Valoarea numerică	Mărimea	Valoarea numerică
π	3,1415927	$\pi : 3$	1,0471976	$1 : \pi$	0,318310	$\sqrt[3]{\pi}$	1,4645919
2π	6,2831853	$\pi : 4$	0,7853982	$1 : \pi^2$	0,101321	$\pi\sqrt{\pi}$	5,5683280
3π	9,4247780	π^2	9,8696044	$1 : \pi^3$	0,0032252		
$\pi : 2$	1,5707964	π^3	31,006277	$\sqrt{\pi}$	1,7724539	$\pi\sqrt[3]{\pi}$	4,6011511
$\pi^2 : 4$	2,4674011	$\sqrt{3 : \pi}$	0,977205	g^2	96,2361	$4\pi^2$	39,478418
$\pi\sqrt{2}$	4 4428829	$\sqrt[3]{2\pi}$	1,845261	$\sqrt{g}$	3,132091 9	$\pi : \sqrt{g}$	1,003033
						$\pi : \sqrt{2g}$	0,709252
$\pi : \sqrt{2}$	2,221442	$\sqrt[3]{\pi : 2}$	1,162447	$1 : 2g$	0,050968	e	2,718282
$2\sqrt{\pi}$	3,544908	$\sqrt[3]{\pi : 4}$	0,922635	$2\sqrt{g}$	6,264184	e^2	7,389056
$\sqrt{2\pi}$	2,506628	$\sqrt[3]{2 : \pi}$	0,860254	$\sqrt{2g}$	4,429447	$1 : e$	0,367879
						$1 : e^2$	0,135335
$\sqrt{\pi : 2}$	1,253314	$\sqrt[3]{3 : \pi}$	0,984745	$\pi\sqrt{g}$	9,839757	$\sqrt{e}$	1,648721
$\sqrt{2 : \pi}$	0,797885	g	9,81	$\pi\sqrt{2g}$	13,91536	$\sqrt[3]{e}$	1,395612

Bibliografie

Acerkan, N. S. **Calculul şi construcţia maşinilor-unelte** traducere din limba rusă). Bucureşti Editura tehnică, 1955.

Alexeev, G. A. ş.a. **Calculul şi construcţia sculelor aşchietoare** (traducere din limba rusă). Bucureşti, Editura tehnică, 1953.

Aparin, G. A. şi *Gorodeţki, I. E.* **Toleranţe şi măsurări tehnice** (traducere din limba rusă). Bucureşti, Editura tehnică, 1956.

Avrutin, A. **Bazele frezării** (traducere din limba rusă). Bucureşti, Editura tehnică, 1960.

Badea S. V. **Maşini-unelte şi prelucrări prin aşchiere.** Bucureşti, Editura didactică şi pedagogică, 1969.

Barbu, V. **Cartea strungarului.** Bucureşti, Editura tehnică, 1962.

Bîrsan, I. **Roţi de schimb pentru maşini-unelte.** Bucureşti, Editura tehnică, 1956.

Boiangiu, D. ş.a. **Elemente elastice ale maşinilor.** Bucureşti, Editura tehnică, 1967.

Botez, E. **Angrenaje, proiectare, prelucrare, control.** *Bucureşti*, Editura tehnică, 1963.

Botez, E. **Capete divizoare.** Bucureşti, Editura tehnică, 1959.

Buzaiu, V. şi *Zenovei, C.* **Tabele pentru ateliere mecanice.** Bucureşti, Editura tehnică, 1970.

Buzdugan, G. **Rezistenţa materialelor.** Bucureşti, Editura tehnică, 1970.

Caşirin, A. I. **Tehnologia construcţiei de maşini** (traducere din limba rusă). Bucureşti, Editura tehnică, 1953.

Constantin, N. **Filetarea la strung.** Bucureşti, Editura tehnică, 1962.

Creţu, M. şi *Simion, A.* **Maşini de frezat fabricate în R. S. R.** Bucureşti, Editura tehnică, 1964.

Demetrescu, G. C. **Cartea rabotorului.** Bucureşti, Editura tehnică, 1961.

Drăghici, G. **Metode înaintate de prelucrare a metalelor.** Bucureşti, Editura tehnică, 1965.

Drăghici, G. **Bazele teoretice ale proiectării proceselor tehnologice în construcţia de maşini.** Bucureşti, Editura tehnică 1971.

Duca, Z. **Găurirea.** Bucureşti, Editura tehnică, 1962.

Dulămiţă, T. **Alegerea şi tratamentul termic al oţelurilor de scule.** Bucureşti, Editura tehnică, 1963.

Eliezer, S. **Scule cu plăcuţe,** Bucureşti, Editura tehncă, 1969.

Enache, St. **Tehnologia sculelor aşchietoare.** Bucureşti, Editura tehnică, 1964.

Enache, St. **Calitatea suprafeţelor prelucrate.** Bucureşti, Editura tehnică, 1966.

Georgescu, G. S. **Ghidul atelierului mecanic.** Bucureşti, Editura tehnică, 1953.

Georgescu, G. S. **Îndrumător pentru ateliere mecanice.** Ed. V-a, Bucureşti, Editura tehnică, 1972.

Georgescu, G. S. **Cartea rectificatorului.** Ed. II-a, Bucureşti, Editura tehnică, 1962.

Georgescu, G. S. **Koszőrűles,** Bucureşti, Editura tehnică, 1963.

Georgescu, G. S. şi *Vasiliu St.* **Cartea frezorului.** Bucureşti, Editura tehnică, 1959.

Georgescu, G. S. **Noi tipuri de scule aşchietoare şi auxiliare. Vol. I.** Bucureşti, I.D.T., 1966.

Georgescu, G. S. **Noi tipuri de scule aşchietoare şi auxiliare. Vol. II.** Bucureşti, I.D.T., 1967.

Georgescu, G. S. **Aparate de măsurat şi control în construcţia de maşini.** Bucureşti, I.D.T., 1968.

Georgescu, G. S. **Dispozitive moderne de prelucrare pe maşini-unelte.** Bucureşti, I.D.T., 1967.

Georgescu, G. S. **Noi tendinţe în construcţia sculelor pentru prelucrări prin aşchiere** Bucureşti, O.D.P.T., 1969.

Georgescu, G. S. **Noi dispozitive pentru prelucrări la faţa locului.** Bucureşti, I.D.T., 1969.

Georgescu, G. S. şi *Băncilă, A.* **Noutăţi în construcţia şi folosirea maşinilor-unelte, dispozitivelor şi sculelor.** Bucureşti, Editura tehnică, 1969.

Ghilezan, A. **Strunjirea metalelor.** Bucureşti, Editura didactică şi pedagogică, 1970.

Gogoaşă, I. şi Romaniţă, M. **Realizări noi în automatizarea maşinilor-unelte.** Bucureşti, Editura tehnică, 1963.

Guleaev, A. P. **Tratamentul termic al oţelului** (traduceer din limba rusă. Bucureşti, Editura tehnică, 1950.

Hirschfeld, E. **Metale dure.** Bucureşti, Editura tehnică, 1950.

Isaev, A. I. **Aşchierea metalelor cu scule armate cu plăci mineralo-ceramice** (traducere din limbă rusă). Bucureşti, Editura tehnică, 1954.

Ivanov, P. G. **Durificarea prin scîntei electrice.** Bucureşti, Editura tehnică, 1963.

Korecky, J. **Călirea oţelului** (trducere din limba rusă). Bucureşti, Editura tehnică, 1951.

Lăzărescu, I. **Calculul şi construcţia sculelor aşchietoare.** Bucureşti, Editura tehnică, 1963.

Lăzărescu, I. **Toleranţe, ajustaje şi calibre.** Bucureşti, Editura tehnică, 1963.

Manea, G. **Organe de maşini.** Vol. I. Bucureşti, Editura tehnică, 1970.

Manoliu, R. ş.a. **Maşini agregate şi linii automate.** Bucureşti, Editura tehnică, 1965.

Meltzer, T. şi Illiescu, N. **Aşchierea şi scule aşchietoare.** Bucureşti, Editura tehnică, 1954.

Morkovkin, A. A. **Lucrătorul la şeping şi la morteză.** Bucureşti, Editura tehnică, 1950.

Negrescu, T. ş.a. **Tehnologia metalelor.** Bucureşti, Editura tehnică, 1954.

Niemann, G. **Maschinenelemente.** Berlin, Springer Verlag, 1950.

Rabinovici, I. **Toleranţe şi ajustaje.** Vol. I şi vol. II. Bucureşti, Editura tehnică, 1971.

Rabinovici, I. ş.a. **Rulmenţi.** Bucureşti, Editura tehnică, 1977.

Romanoski, V. P. **Îndrumător pentru presarea la rece** (taducere din limba rusă). Bucureşti, Editura tehnică, 1957.

Rozin, A. I. **Cartea sculerului** (traducere din limba rusă). Bucureşti, Editura tehnică, 1963.

Săveanu, L. l.a. **Organe de maşini.** Bucureşti, Editura tehnică, 1957.

Slătineanu, R. **Măsurarea caracteristicilor mecanice.** Bucureşti, Editura tehnică, 1958.

Slavin, D. O. şi *Schapiro, D. M.* **Încercările mecanice ale metalelor** (traducere din limba rusă). Bucureşti, Editura tehnică, 1952.

Şavlinga, N. I. **Lanţurile cinematice ale maşinilor-unelte** (traducere din limba rusă). Bucureşti, Editura tehnică, 1954.

Sribner, L. şi *Şrago, L.* **Comanda după program a maşinilor-uelte.** Bucureşti, Editura tehnică, 1963.

Tmikov, A. A. **Îndrumător pentru tratamente termice** (traducere din limba rusă). Bucureşti, Editura tehnică, 1956.

Vasile, I. **Sudarea metalelor.** Bucureşti, Editura didactivcă şi pedagogică, 1969.

Vasile, I. **Utilajul şi tehnologia sudării.** Bucureşti, Editura didactică şi pedagogică, 1977.

Zamfir, G. **Maşini de găurit fabricate în R. S. R.** Bucureşti, Editura tehnică, 1964.

M. I. G. **Corpuri abrazive.** Bucureşti, O.D.P.T., 1968.

* * * **Încercări şi analize ale metalelor.** Bucureşti, Editura tehnică, 1954.

* * * **Lexiconul tehnic român.** Bucureşti, Editura tehnică.

* * * **Manualul inginerului.** Vol. I şi vol. II. Bucureşti, Editura tehnică, 1954.

* * * **Manualul inginerului mecanic.** Bucureşti, Editura tehnică, 1959.

* * * **Îndrumător matematic şi tehnic.** Bucureşti, Editura tehnică, 1964.

* * * **Prelucrarea foarte fină a suprafeţelor.** Bucureşti, Editura Academiei R. S. R., 1954.

* * * **Superfinisarea şi ecruisarea suprafeţelor prin rulare.** Bucureşti, I.D.T., 1963.

* * * **Standarde de Stat** (STAS).

* * * **Tăierea metalelor cu jet de plasmă,** Bucureşti, I.D.T., 1963.

ERATĂ

Pag.:	Rîndul:	În loc de:	Se va citi:
97	8 și 12	τ	σ
97	2 de jos	$\ldots - d/2)s\ \sigma'_{fa}$	$\ldots - d/2)s\ \tau_{fa}$
119	9	$z_1/z_2;\ D_{d1}/D_{d2}$	$z_2/z_1;\ D_{d2}/D_{d1}$
119	4 de jos	$(\mathrm{mm})\ldots \vert \quad \vert$	$(\mathrm{mm})\ldots \vert\ l\ \vert$
126	8 de jos	$75\ P/v_1$	$75\ P_1/v_1$
126	6 de jos	$75\ P_1/v_2$	$75\ P_2/v_2$
126	4 de jos	$F_1 \cdot 75/v_1$	$F_1 \cdot v_1/75$
126	2 de jos	$\eta.$	$\eta \cdot P_1$
129	5 și 6 de jos	$P_E \ldots (E = \ldots$	$p_E \ldots (p_E = \ldots$
134	9 și 10 (în tabel)	10 – 35 și 30 – 25	10 – 25 și 25 – 30
134	7	$\mathrm{tg}\delta = 2\frac{2a_1 \cdot p}{D_{p1}+1{,}2p}$	$\mathrm{tg}\delta = 2\frac{2a_1 \cdot p}{D_{d1}+1{,}2p}$
137	13 de jos	$k_1 + D_{d2}/2 \ldots$	$k_1 + D_{d1}/2 \ldots$
144	3	$\ldots \underline{b^2 + h^3} \ldots$	$\ldots \underline{b^2 + h^2} \ldots$
337	1 de jos	$+(0{,}1 \ldots 0{,}2)L$	$+(0{,}1 \ldots 0{,}2)\sqrt{L}$
338	13	$= D - D_s + A_1$	$= D - D_c + A_1$
349	16 de jos	...moi	...moi, $\alpha = 6 \ldots 8°$.
418	7 de jos	canalelor	cuțitelor
419	Tabela 8.43	230; 250; 270; 290;	19,5; 21,5; 24,5; 27,5;
	coloana D_{max}	310; 330; 370; 420	31,5; 37; 45; 55
424	Tabela 8.45	Nr. de pași pe 5,4 mm	Nr. de pași pe 25,4 mm
481	11	$A_s = D_{max} - \ldots$	$A_i = D_{min} - \ldots$